

Rec'd PCT 05 APR 2005

1/6

特許協力条約に基づく国際出願願書

原本（出願用） - 印刷日時 2003年10月08日 (08.10.2003) 水曜日 16時54分41秒

PCT203-24

0	受理官庁記入欄	
0-1	国際出願番号	
0-2	国際出願日	
0-3	(受付印)	
0-4	様式-PCT/R0/101 この特許協力条約に基づく国際出願願書は、 0-4-1 右記によって作成された。	PCT-EASY Version 2.92 (updated 01.07.2003)
0-5	申立て 出願人は、この国際出願が特許協力条約に従って処理されることを請求する。	
0-6	出願人によって指定された受理官庁	日本国特許庁 (R0/JP)
0-7	出願人又は代理人の書類記号	PCT203-24
I	発明の名称	R T M成形方法
II	出願人	
II-1	この欄に記載した者は	出願人である (applicant only)
II-2	右の指定国についての出願人である。	米国を除くすべての指定国 (all designated States except US)
II-4ja	名称	東レ株式会社
II-4en	Name	TORAY INDUSTRIES, INC.
II-5ja	あて名:	103-8666 日本国 東京都 中央区日本橋室町 2丁目2番1号
II-5en	Address:	2-1, Nihonbashi Muromachi 2-chome, Chuo-ku, Tokyo 103-8666 Japan
II-6	国籍 (国名)	日本国 JP
II-7	住所 (国名)	日本国 JP
III-1	その他の出願人又は発明者	
III-1-1	この欄に記載した者は	出願人である (applicant only)
III-1-2	右の指定国についての出願人である。	米国を除くすべての指定国 (all designated States except US)
III-1-4ja	名称	三菱重工業株式会社
III-1-4en	Name	MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES, LTD.
III-1-5ja	あて名:	108-8215 日本国 東京都 港区 港南二丁目16番5号
III-1-5en	Address:	16-5, Konan 2-chome, Minato-ku, Tokyo 108-8215 Japan
III-1-6	国籍 (国名)	日本国 JP
III-1-7	住所 (国名)	日本国 JP



III-2 III-2-1	その他の出願人又は発明者 この欄に記載した者は	出願人及び発明者である (applicant and inventor)
III-2-2	右の指定国についての出願人である。	米国のみ (US only)
III-2-4j a	氏名(姓名)	関戸 俊英
III-2-4e n	Name (LAST, First)	SEKIDO, Toshihide
III-2-5j a	あて名:	520-0046 日本国 滋賀県 大津市 長等2丁目8番40号-GM704号
III-2-5e n	Address:	GM704, 8-40, Nagara 2-chome, Otsu-shi, Shiga 520-0046 Japan
III-2-6	国籍(国名)	日本国 JP
III-2-7	住所(国名)	日本国 JP
III-3 III-3-1	その他の出願人又は発明者 この欄に記載した者は	出願人及び発明者である (applicant and inventor)
III-3-2	右の指定国についての出願人である。	米国のみ (US only)
III-3-4j a	氏名(姓名)	北岡 一章
III-3-4e n	Name (LAST, First)	KITAOKA, Kazuaki
III-3-5j a	あて名:	791-3120 日本国 愛媛県 伊予郡 松前町筒井1451 東レアパート4棟17号
III-3-5e n	Address:	Toray Apt. 4-17, 1451, Tsutsui, Masaki-cho, Iyo-gun, Ehime 791-3120 Japan
III-3-6	国籍(国名)	日本国 JP
III-3-7	住所(国名)	日本国 JP
III-4 III-4-1	その他の出願人又は発明者 この欄に記載した者は	出願人及び発明者である (applicant and inventor)
III-4-2	右の指定国についての出願人である。	米国のみ (US only)
III-4-4j a	氏名(姓名)	小谷 浩司
III-4-4e n	Name (LAST, First)	ODANI, Hiroshi
III-4-5j a	あて名:	791-3120 日本国 愛媛県 伊予郡 松前町筒井1456-227
III-4-5e n	Address:	1456-227, Tsutsui, Masaki-cho, Iyo-gun, Ehime 791-3120 Japan
III-4-6	国籍(国名)	日本国 JP
III-4-7	住所(国名)	日本国 JP

III-5	その他の出願人又は発明者	
III-5-1	この欄に記載した者は	出願人及び発明者である (applicant and inventor)
III-5-2	右の指定国についての出願人である。	米国のみ (US only)
III-5-4j a	氏名(姓名)	西山 茂
III-5-4e n	Name (LAST, First)	NISHIYAMA, Shigeru
III-5-5j a	あて名:	455-8515 日本国 愛知県 名古屋市 港区大江町10番地 三菱重工業株式会社 名古屋航空宇宙システム製作所内
III-5-5e n	Address:	c/o NAGOYA Aerospace Systems Works MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES, LTD., 10, Oye-cho, Minato-ku, Nagoya-shi, Aichi 455-8515 Japan
III-5-6	国籍 (国名)	日本国 JP
III-5-7	住所 (国名)	日本国 JP
III-6	その他の出願人又は発明者	
III-6-1	この欄に記載した者は	出願人及び発明者である (applicant and inventor)
III-6-2	右の指定国についての出願人である。	米国のみ (US only)
III-6-4j a	氏名(姓名)	清水 正彦
III-6-4e n	Name (LAST, First)	SHIMIZU, Masahiko
III-6-5j a	あて名:	455-8515 日本国 愛知県 名古屋市 港区大江町10番地 三菱重工業株式会社 名古屋航空宇宙システム製作所内
III-6-5e n	Address:	c/o NAGOYA Aerospace Systems Works MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES, LTD., 10, Oye-cho, Minato-ku, Nagoya-shi, Aichi 455-8515 Japan
III-6-6	国籍 (国名)	日本国 JP
III-6-7	住所 (国名)	日本国 JP

IV-1	代理人又は共通の代表者、通知のあて名 下記の者は国際機関において右記のごとく出願人のために行動する。	代理人 (agent)
IV-1-1ja	氏名(姓名)	伴 俊光
IV-1-1en	Name (LAST, First)	BAN, Toshimitsu
IV-1-2ja	あて名:	160-0023 日本国 東京都 新宿区 西新宿8丁目1番9号 シンコービル 伴国際特許事務所
IV-1-2en	Address:	Ban & Associates Shinko Bldg., 1-9, Nishishinjuku 8-chome, Shinjuku-ku, Tokyo 160-0023 Japan
IV-1-3	電話番号	03-5389-1890
IV-1-4	ファクシミリ番号	03-5389-2259
IV-1-5	電子メール	QZF10771@nifty.com
V	国の指定	
V-1	広域特許 (他の種類の保護又は取扱いを求める場合には括弧内に記載する。)	EP: AT BE BG CH&LI CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HU IE IT LU MC NL PT RO SE SI SK TR 及びヨーロッパ特許条約と特許協力条約の締約国 である他の国
V-2	国内特許 (他の種類の保護又は取扱いを求める場合には括弧内に記載する。)	AU US
V-5	指定の確認の宣言 出願人は、上記の指定に加えて、規則4.9(b)の規定に基づき、特許協力条約のもとで認められる他の全ての国の指定を行う。ただし、V-6欄に示した国の指定を除く。出願人は、これらの追加される指定が確認を条件としていること、並びに優先日から15月が経過する前にその確認がなされない指定は、この期間の経過時に、出願人によって取り下げられたものとみなされることを宣言する。	
V-6	指定の確認から除かれる国	なし (NONE)
VI-1	先の国内出願に基づく優先権主張	
VI-1-1	出願日	2002年10月09日 (09. 10. 2002)
VI-1-2	出願番号	特願2002-295932
VI-1-3	国名	日本国 JP
VI-2	先の国内出願に基づく優先権主張	
VI-2-1	出願日	2002年10月09日 (09. 10. 2002)
VI-2-2	出願番号	特願2002-295933
VI-2-3	国名	日本国 JP

特許協力条約に基づく国際出願願書

PCT203-24

原本（出願用） - 印刷日時 2003年10月08日（08.10.2003）水曜日 16時54分41秒

VI-3	先の国内出願に基づく優先権主張		
VI-3-1	出願日	2002年10月09日 (09.10.2002)	
VI-3-2	出願番号	特願2002-295934	
VI-3-3	国名	日本国 JP	
VI-4	先の国内出願に基づく優先権主張		
VI-4-1	出願日	2002年10月28日 (28.10.2002)	
VI-4-2	出願番号	特願2002-312454	
VI-4-3	国名	日本国 JP	
VI-5	優先権証明書送付の請求 上記の先の出願のうち、右記の番号のものについては、出願書類の認証謄本を作成し国際事務局へ送付することを、受理官庁に対して請求している。	VI-1, VI-2, VI-3, VI-4	
VII-1	特定された国際調査機関 (ISA)	日本国特許庁 (ISA/JP)	
VIII	申立て	申立て数	
VIII-1	発明者の特定に関する申立て	-	
VIII-2	出願し及び特許を与えられる国際出願日における出願人の資格に関する申立て	-	
VIII-3	先の出願の優先権を主張する国際出願日における出願人の資格に関する申立て	-	
VIII-4	発明者である旨の申立て（米国を指定国とする場合）	-	
VIII-5	不利にならない開示又は新規性喪失の例外に関する申立て	-	
IX	照合欄	用紙の枚数	添付された電子データ
IX-1	願書（申立てを含む）	6	-
IX-2	明細書	42	-
IX-3	請求の範囲	5	-
IX-4	要約	1	EZABST00.TXT
IX-5	図面	11	-
IX-7	合計	65	
IX-8	添付書類	添付	添付された電子データ
IX-9	手数料計算用紙	✓	-
IX-17	個別の委任状の原本	✓	-
IX-18	PCT-EASYディスク	-	フレキシブルディスク
IX-18	その他	納付する手数料に相当する特許印紙を貼付した書面	-
IX-18	その他	国際事務局の口座への振込みを証明する書面	-
IX-19	要約書とともに提示する図の番号	1	
IX-20	国際出願の使用言語名:	日本語	
X-1	提出者の記名押印		
X-1-1	氏名(姓名)	伴 俊光	



特許協力条約に基づく国際出願願書

PCT203-24

原本（出願用） - 印刷日時 2003年10月08日（08. 10. 2003）水曜日 16時54分41秒

受理官庁記入欄

10-1	国際出願として提出された書類の実際の受理の日	
10-2	図面：	
10-2-1	受理された	
10-2-2	不足図面がある	
10-3	国際出願として提出された書類を補完する書類又は図面であってその後期間内に提出されたものの実際の受理の日（訂正日）	
10-4	特許協力条約第11条(2)に基づく必要な補完の期間内の受理の日	
10-5	出願人により特定された国際調査機関	ISA/JP
10-6	調査手数料未払いにつき、国際調査機関に調査用写しを送付していない	

国際事務局記入欄

11-1	記録原本の受理の日	
------	-----------	--

(12)特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2004 年 4 月 22 日 (22.04.2004)

PCT

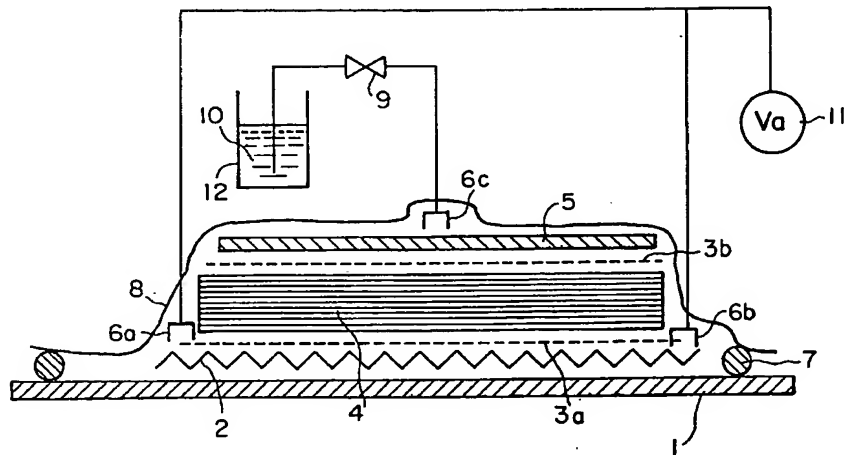
(10) 国際公開番号
WO 2004/033176 A1

- (51) 国際特許分類: B29C 39/24, (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 東レ株式会社 (TORAY INDUSTRIES, INC.) [JP/JP]; 〒103-8666 東京都中央区日本橋室町 2 丁目 2 番 1 号 Tokyo (JP).
39/10, 39/42, B29K 105/08
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2003/012947
- (22) 国際出願日: 2003 年 10 月 9 日 (09.10.2003)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願2002-295932 2002 年 10 月 9 日 (09.10.2002) JP
特願2002-295933 2002 年 10 月 9 日 (09.10.2002) JP
特願2002-295934 2002 年 10 月 9 日 (09.10.2002) JP
特願 2002-312454 2002 年 10 月 28 日 (28.10.2002) JP
- (72) 発明者; および
(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 関戸 俊英 (SEKIDO, Toshihide) [JP/JP]; 〒520-0046 滋賀県大津市長等 2 丁目 8 番 40 号-GM704 号 Shiga (JP). 北岡 一章 (KITAOKA, Kazuaki) [JP/JP]; 〒791-3120 愛媛県伊予郡松前町筒井 1451 東レアパート 4 棟 17 号 Ehime (JP). 小谷 浩司 (ODANI, Hiroshi) [JP/JP]; 〒791-3120 愛媛県伊予郡松前町筒井 1456-227 Ehime (JP). 西山 茂

[続葉有]

(54) Title: METHOD OF RTM MOLDING

(54) 発明の名称: RTM成形方法



(57) Abstract: A method of RTM molding wherein a reinforcing fiber base material is placed in a mold, a first and a second resin diffusion medium exhibiting a resin flow resistance lower than the resistance of the reinforcing fiber base material are placed on each surface of the reinforcing fiber base material, and the inside of the mold is evacuated and a resin is injected into the mold to thereby impregnate the reinforcing fiber base material with the resin injected, characterized in that the first resin diffusion medium exhibits a resin flow resistance lower than that of the second resin diffusion medium, and the evacuation is carried out through the second resin diffusion medium while the resin is injected through the first resin diffusion medium. The method can be advantageously employed for producing, in particular, FRP structure which is thick and excellent in designability, lightweight property and/or strength.

(57) 要約: 成形型内に強化繊維基材を配置するとともに、該強化繊維基材の各面上に樹脂流動抵抗が強化繊維基材よりも低い第1、第2の樹脂拡散媒体を配置し、成形型内を吸引により減圧した後樹脂を注入し、注入した樹脂を強化繊維基材中に含浸させるに際し、第1の樹脂拡散媒体の樹脂流動抵抗を、第2の樹脂拡散

[続葉有]

WO 2004/033176 A1



(NISHIYAMA, Shigeru) [JP/JP]; 〒455-8515 愛知県 名古屋市中港区大江町 10 番地 三菱重工業株式会社 名古屋航空宇宙システム製作所内 Aichi (JP). 清水 正彦 (SHIMIZU, Masahiko) [JP/JP]; 〒455-8515 愛知県 名古屋市中港区大江町 10 番地 三菱重工業株式会社 名古屋航空宇宙システム製作所内 Aichi (JP).

(74) 代理人: 伴 俊光 (BAN, Toshimitsu); 〒160-0023 東京都新宿区西新宿 8 丁目 1 番 9 号 シンコービル 伴国際特許事務所 Tokyo (JP).

(81) 指定国 (国内): AU, US.

(84) 指定国 (広域): ヨーロッパ特許 (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR).

添付公開書類:
一 国際調査報告書

2 文字コード及び他の略語については、定期発行される各 PCT ガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

媒体の樹脂流動抵抗よりも低くし、第 1 の樹脂拡散媒体に樹脂を注入しつつ第 2 の樹脂拡散媒体を介して吸引することにより、強化繊維基材中に樹脂を含浸させる RTM 成形方法。とくに、意匠性、軽量性、強度に優れた厚物の FRP 構造体を成形できる。

明 細 書

R T M成形方法

技 術 分 野

本発明は、繊維強化プラスチック（以下、F R Pと言う。）製の構造体を成形
5 する Resin Transfer Molding（以下、R T Mと言う。）成形方法の改良に関し、
とくに、厚物の成形が可能であり、さらに、表面性状についての品質の向上、あ
るいは、成形されるF R P成形体の繊維体積含有率（以下、V fと略称すること
もある。）の向上が可能なR T M成形方法に関する。なお、本明細書においては、
10 のR T Mによる成形方法自体と該成形方法を用いてF R P成形体を製造する方法
まで含むものである。

背 景 技 術

従来より、F R Pは種々の分野に使用されているが、F R P構造体の製造方法
としては、プリプレグによって予め成形すべき構造体の形状を有するプリフォー
15 ムを形成した後に、これを所定の温度、圧力条件に設定されたオートクレーブ内
で硬化させる、いわゆるプリプレグ／オートクレーブ成形方法が一般的であった。
しかし、近年製造コスト低減のためにR T M成形方法が注目され、徐々にこの成
形法が広まりつつある。高強度化、軽量化、低コスト化が要求される航空機用や
建築用の構造部材であるパネル、桁材や、自動車用の外板等のF R P製成形品の
20 製造に用いられR T M成形方法としては、多くの方法が提案されている。例えば、
大型のF R P構造体をR T M成形する方法や（例えば、特開平12-14504
2号公報）、樹脂拡散媒体を使用したR T M成形法がある（例えば、米国特許5,
052,906号）。

25 特開平12-145042号公報に記載のR T M成形方法では、強化繊維材の
積層体からなる強化繊維基材の両面に、ピールプライ／樹脂分散メディアを配置
し、これらを成形型（ツール）面上に配置して、全体をバグ材で覆うとともに、
バグ材によりシールされた内部に対し樹脂注入ゲートと減圧のための吸引ゲー
トを設ける。この状態において、常温または加熱雰囲気下で、吸引ゲートを通し

- てバッグ内を吸引することにより、減圧しながら樹脂注入ゲートより樹脂を注入して、基本的に、樹脂を強化繊維基材の上面側から下面側へまたは下面側から上面側へ流動させ、樹脂を強化繊維基材に含浸させる。そして、含浸が終了した後は、常温または加熱雰囲気下で樹脂を硬化させ、硬化後に、バッグ材を剥がして
- 5 成形体を脱型する。

上記成形方法における問題として、強化繊維基材の両面に樹脂分散メディアが配置されるものの、強化繊維基材に対しては基本的に片面側からの樹脂含浸が行われるため、基材の厚み方向に含浸可能な距離に限界がある。したがって、強化繊維基材が厚くなりすぎると、所定の含浸が不可能になる。

- 10 ここで、樹脂の強化繊維基材への含浸性（パーミアビリティ）については、一般に以下の式で表されることが知られている。

$$I = (\varepsilon / (1 - \varepsilon)) \sqrt{(\alpha P / 2)} \times \int [dt / \sqrt{(\mu(t) t)}]$$

I : パーミアビリティ、 ε : 基材の抵抗、 α : 定数、P : 基材内の真空圧

$\mu(t)$: 粘度、t : 経過時間

- 15 ここで、パーミアビリティは樹脂が基材に含浸する距離（厚み）に相当する。

- 強化繊維基材への樹脂含浸に関し、基材と樹脂の種類により上記式における各値や定数、粘度は異なるものの、時間が経過するに伴い含浸距離は収束し、さらに、樹脂の粘度上昇が生じる上、やがて樹脂がゲル化するため、樹脂が含浸できる距離には限界が生じ、強化繊維基材がある厚み以上になると、もはや上記の従
- 20 来方法では、完全に含浸させることが不可能となっていた。

- 厚い強化繊維基材に樹脂を含浸させるために、強化繊維基材の両面に配置された樹脂分散メディアの両方から強化繊維基材内に樹脂を含浸させることも考えられる。しかしながら、上記成形方法では、両面側に実質的に同じ形状、特性の樹脂分散メディアが配置されるため、単に両面側から樹脂を含浸させると、樹脂が
- 25 同時に同じように基材の厚み方向に含浸されていき、ボイドが側方等に押し出されにくくなって、基材内にボイドが閉じ込められやすくなる。ボイドが閉じ込められてしまうと、目標とする成形品の性能が得られなくなる。このようなボイドの閉じ込めを回避するために、基本的に片面側からの樹脂含浸が行われている。

また、上記成形方法における別の問題として、成形品の意匠面について良好な

平滑性を得にくいという問題がある。すなわち、上記樹脂分散メディアは、樹脂の分散性能を高めるために、通気抵抗の低い比較的凹凸の度合いの大きな部材に構成される。しかし、このような比較的大きな凹凸を有する樹脂分散メディアが強化繊維基材の両面に配置されて成形されると、成形品の一方の面である意匠面にも樹脂分散メディアの比較的大きな凹凸が反映されてしまう。その結果、意匠性が損なわれるとともに、成形品の表面に凹凸が形成されてしまうため、空気力学特性等が低下するという問題が生じることもある。

このような問題に対処するために、樹脂分散メディアとして凹凸の度合いの小さいものを使用することが考えられるが、そうすると通気抵抗が大きくなりすぎて、目標とする樹脂の分散性能が得られない。また、吸引の際の強化繊維基材内からの通気も悪くなるため、真空度が上がらず、とくに厚い基材に対してその厚み方向に完全に含浸させることが困難になる。

このように、樹脂分散メディアの凹凸の大きさが樹脂拡散、通気性能を左右することになるが、樹脂拡散、通気性能を改善するための樹脂分散メディアの凹凸（比較的大きな凹凸）と、成形品の表面性状を改善するための樹脂分散メディアの凹凸（比較的小さな凹凸）とは、相反する関係にある。したがって、強化繊維基材の両面に、実質的に同じ樹脂分散メディアを配置する上記従来方法では、樹脂の含浸性向上と成形品の表面性状向上との両方をともに達成することは困難であり、厚い強化繊維基材を使用する成形では、とくに困難となる。

成形品の表面性状に関する品質を向上させるために、ツール面側に通気材料を配設しないことも多いが、その場合、基材内の通気が悪くなり、真空度が上がらないため、含浸性の低下を招くことがある。

米国特許 5, 0 5 2, 9 0 6 号に記載の R T M 成形方法では、いずれも、成形型上に強化繊維基材と、成形型の反対側に樹脂分散メディアを配置するとともに、樹脂注入口と吸引口を配置し、その上からフィルム等のバッグ材で覆ってキャビティ内を吸引により減圧した状態でマトリックス樹脂を注入する。この樹脂の基材内への流入経路は、主として、樹脂を注入口から成形型内に配置されている基材の表面方向に拡散させ、拡散した樹脂を基材の厚み方向に含浸させるという経路となっている。

上述の方法では、特に、高強度、軽量化のために、強化繊維基材の繊維体積含有率（ V_f ）が55%以上のいわゆる高 V_f 状態、つまり、強化繊維間の隙間が小さい状態で樹脂の注入を行った場合は、最終成形体の繊維体積含有率自体は高くなるが、樹脂の成形体内への浸透性は悪い。そのため、板厚がたとえば25 mm
5 m以上となるような厚い成形体の場合は、成形体内の隅々にまで樹脂が到達せず、構造物としては樹脂の未含浸部分の残る欠陥のあるものしか製造できなかった。

一方、強化繊維の V_f が例えば45%と、強化繊維間の隙間が比較的大きい場合には、樹脂の浸透性は良いが最終成形体の繊維体積含有率は低くなるため、強度、軽量性に劣るものしか製造できなかった。つまり、樹脂の含浸性と繊維体積
10 含有率 V_f は相反する関係にあり、樹脂の含浸性向上と繊維体積含有率向上との両立は困難であった。さらに、成形体によっては品質安定化の必要性から繊維体積含有率をコントロールすることが好ましいが、このような要求を満たすことも困難であった。

また、通常、所定厚みのFRP成形体を得るために、強化繊維基材は複数の強化繊維材の積層形態に構成されるが、強化繊維基材の厚み方向、つまり、強化繊維材積層体における積層面と垂直の方向については、一般に樹脂の流路抵抗が高く、基材の厚み方向に含浸されていく樹脂の到達距離には限界がある。したがって、高強度製品の成形を目指す場合等、強化繊維材の積層枚数が増やすことが要求される場合には、強化繊維材積層体の隅々まで完全に樹脂を含浸させるのが困
20 難になることがあり、結局、ある厚み以上のFRP構造物は実質的に成形できないこととなっていた。

発 明 の 開 示

そこで、本発明の目的は、従来技術における上記のような種々の問題点を解決し、厚物FRP構造物に対しても良好な樹脂含浸性をもって成形でき、表面品位
25 の向上、或いは、繊維体積含有率向上による軽量化、優れた強度の実現を可能とするRTM成形方法（FRPの製造方法）を提供することにある。

上記目的を達成するために、本発明に係るRTM成形方法は、成形型内に強化繊維基材を配置するとともに、該強化繊維基材の両面上に樹脂流動抵抗が前記強化繊維基材よりも低い樹脂拡散媒体を配置し、前記成形型内を吸引により減圧し

た後、該成形型内に前記樹脂拡散媒体を介して樹脂を注入し、注入した樹脂を前記強化繊維基材中に含浸させる R T M 成形方法において、前記強化繊維基材の第 1 の面上に配置される第 1 の樹脂拡散媒体の樹脂流動抵抗を、第 2 の面上に配置される第 2 の樹脂拡散媒体の樹脂流動抵抗よりも低く設定し、前記第 1 の樹脂拡散媒体に樹脂を注入しつつ前記第 2 の樹脂拡散媒体を介して吸引することにより、前記強化繊維基材中に樹脂を含浸させることを特徴とする方法からなる（第 1 の方法）。

すなわち、本発明に係る R T M 成形方法においては、強化繊維基材の両面に配置される樹脂拡散媒体の樹脂流動抵抗に意図的に大小関係を持たせる。樹脂流動抵抗は、現実的には、通気抵抗を測定し、測定された通気抵抗に対応する値として把握できる。あるいは、一般的に次式で示される Permeability が樹脂流動抵抗と同義であるため、その値を用いてもよい。

$$L = \sqrt{(2 \beta P K \times \int [d t / \sqrt{(\mu(t) t)})}$$

L : 含浸距離 (m)

15 K : Permeability (m²)

β : 定数

P : 基材内の真空圧 (k g / m²)

$\mu(t)$: 粘度 (k g · s / m²)

t : 経過時間

20 本発明において、強化繊維基材は単層のものでもよく、複数の強化繊維材の積層体からなるものでもよいが、本発明に係る R T M 成形方法は特に厚物の成形、つまり、厚い強化繊維基材に樹脂を含浸させる成形に好適なものであることから、本発明は、主として、複数の強化繊維材の積層体からなる強化繊維基材を使用する場合を対象としている。

25 この本発明に係る R T M 成形方法においては、上記第 2 の樹脂拡散媒体の樹脂流動抵抗を上記強化繊維基材の樹脂流動抵抗より、低く設定することが好ましい。これによって、第 2 の樹脂拡散媒体の樹脂流動抵抗（通気抵抗）は第 1 の樹脂拡散媒体の樹脂流動抵抗（通気抵抗）よりは高いものの、強化繊維基材の樹脂流動抵抗（通気抵抗）に比べると十分に低く抑えられるので、強化繊維基材からの通

気が悪くなって基材内の真空度が下がることが抑えられ、厚い強化繊維基材に対しても樹脂含浸性が損なわれることが回避される。

また、上記第1の樹脂拡散媒体の樹脂流動抵抗を上記強化繊維基材の樹脂流動抵抗の $1/3$ 以下に設定すると、媒体に非常に早く樹脂が拡散するので好ましい。

- 5 さらには、 $1/10$ 以下とすると、樹脂の拡散がより早くなるのでより好ましい。これによって、第1の樹脂拡散媒体に注入された樹脂の、強化繊維基材の面方向への拡散性が十分に高く確保され、第1の樹脂拡散媒体に注入された樹脂は、該面に沿う方向に迅速に拡散されつつ、強化繊維基材の厚み方向に迅速に含浸されていくことになる。このような第1の樹脂拡散媒体の樹脂流動抵抗、第2の樹脂
10 拡散媒体の樹脂流動抵抗が満足された上で、第1の樹脂拡散媒体の樹脂流動抵抗と第2の樹脂拡散媒体の樹脂流動抵抗に大小関係が持たせられる。

- また、本発明に係るRTM成形方法においては、少なくとも一方の樹脂拡散媒体と強化繊維基材との間に、成形後に樹脂拡散媒体と一体的に剥離可能なピール
15 プライを介装することが好ましい。これによって樹脂拡散媒体を容易に剥離させることができる。ただし、成形品を脱型後、少なくとも一方の樹脂拡散媒体を、成形品から剥離せずに成形品内に残存させることもできる。この場合には、樹脂
20 拡散媒体を残存させる側に対してピールプライは不要である。

- また、本発明に係るRTM成形方法においては、少なくとも一方の樹脂拡散媒体と強化繊維基材との間に多孔性シートを介装することもできる。この多孔性シ
20 ートは、上記ピールプライとは異なる機能を有し、樹脂拡散媒体の樹脂拡散機能を保ちつつ樹脂拡散媒体の凹凸の強化繊維基材側への転写を抑制するためのシートである。したがって、成形品の意匠面側への配置が好ましいものである。

- また、本発明に係るRTM成形方法においては、少なくとも一方の樹脂拡散媒体を、成形型の内面に樹脂流路としての溝を設けることにより構成することもで
25 きる。この場合、別途樹脂拡散媒体を作成しなくても、成形型の内面自体を樹脂
30 拡散媒体として用いることが可能となる。

また、本発明に係るRTM成形方法においては、とくに、樹脂が上記第2の面に到達する前に、上記第2の樹脂拡散媒体からも樹脂の注入を開始することが好ましい。つまり、この時点から、実質的に両面からの樹脂含浸が開始される。

さらに、本発明に係る R T M 成形方法においては、上記第 1 の樹脂拡散媒体の上部に、少なくとも 2 カ所以上の樹脂注入ゲートを配置する場合、樹脂注入に際して、少なくとも隣り合う樹脂注入ゲートの 2 カ所から、または、全ての樹脂注入ゲートから、同時に樹脂注入することができる。迅速な樹脂含浸を達成しつつ、

5 樹脂注入とともに第 2 の樹脂拡散媒体を介しての吸引も同時に行われるため、樹脂未含浸部の発生を防止できる。

また、本発明は、とくに優れた意匠面を成形する観点から、次のような R T M 成形方法も提供する。すなわち、本発明に係る R T M 成形方法は、成型型内に強化繊維基材を配置するとともに、該強化繊維基材の、成型型と反対側の面に、樹脂流動抵抗が前記基材よりも低い樹脂拡散媒体を配置するとともに、該強化繊維

10 基材と成型型との間に、気体透過膜と通気性基材からなる脱気媒体を設け、前記成型型内を吸引により減圧した後、該成型型内に前記樹脂拡散媒体を介して樹脂を注入し、注入した樹脂を、前記気体透過膜と成型型との間に形成された脱気空間から吸引することにより、前記強化繊維基材内に樹脂を含浸させることを特徴

15 とする方法からなる（第 2 の方法）。

この第 2 の方法においては、上記強化繊維基材は、たとえば強化繊維材の積層体からなる。

また、上記第 2 の方法においては、上記気体透過膜としては、成形後に、成形品から剥離可能な離型性を有するものを使用することが好ましい。

20 また、上記第 2 の方法において、とくに面積の広い成形品を成形する場合には、上記樹脂拡散媒体の上部に、少なくとも 2 カ所以上の樹脂注入ゲートを配置するとともに、樹脂注入に際して、少なくとも隣り合う樹脂注入ゲート 2 カ所から、または、すべての樹脂注入ゲートから、同時に樹脂注入することが好ましい。

さらに、上記第 2 の方法において、とくに面積の広い成形品を成形する場合には、上記気体透過膜と成型型間に形成された脱気空間からの吸引経路に加えて、

25 成型型内に少なくとも 1 つの別の吸引経路を設けることが好ましい。

上記のような本発明に係る R T M 成形方法（第 1 の方法）においては、より低い樹脂流動抵抗を有する第 1 の樹脂拡散媒体に樹脂が注入され、注入された樹脂が、強化繊維基材の第 1 の面に沿う方向に迅速にかつ十分に広く拡散されつつ、

- 強化繊維基材内の厚み方向に迅速に含浸されていく。そして、基本的に、より高い樹脂流動抵抗を有する第2の樹脂拡散媒体を介しての吸引により成形型内が減圧され、上記注入樹脂が吸引・減圧状態の強化繊維基材内に含浸されていく。このとき、第2の樹脂拡散媒体の樹脂流動抵抗（通気抵抗）は第1の樹脂拡散媒体
- 5 の樹脂流動抵抗（通気抵抗）よりは高いものの、強化繊維基材の樹脂流動抵抗（通気抵抗）に比べると十分に低く抑えられているので、強化繊維基材からの通気が悪くなって基材内の真空度が下がることが抑えられ、樹脂の迅速な含浸性が確保される。したがって、厚い強化繊維基材に対しても十分に良好な樹脂含浸性が確保される。第2の樹脂拡散媒体は、その樹脂流動抵抗（通気抵抗）が第1の
- 10 樹脂拡散媒体のそれよりも高く設定されるので、第2の樹脂拡散媒体は、第1の樹脂拡散媒体に比べ、凹凸の小さな媒体に形成でき、この第2の樹脂拡散媒体の表面形態の成形品表面への転写が生じたとしても、その転写による成形品表面の凹凸の度合いは小さく抑えられる。したがって、この表面側を意匠面側とすることにより、凹凸の小さな好ましい成形品の意匠面が得られることになる。
- 15 そして、さらに厚い強化繊維基材への樹脂含浸が要求される成形においては、とくに、上記のように第1の樹脂拡散媒体側からの強化繊維基材への樹脂含浸だけでは、強化繊維基材の第2の樹脂拡散媒体側表面まで十分に樹脂を含浸させることが困難な場合（従来の樹脂含浸限界を越える場合）には、第1の樹脂拡散媒体側からの強化繊維基材内に含浸されてきた樹脂が強化繊維基材の第2の面に到
- 20 達する前に、第2の樹脂拡散媒体からも樹脂の注入を開始することができる。この第2の樹脂拡散媒体側からの樹脂注入により、強化繊維基材内の樹脂が十分に含浸されにくかった部分、つまり、第2の面側の部分に対しても、樹脂含浸が補われるようになり、強化繊維基材の厚み方向の全体にわたって、十分に樹脂を含浸させることが可能になる。すなわち、このプロセスにおいては、強化繊維基材
- 25 の厚み方向への樹脂含浸は、主に第1の樹脂拡散媒体側からの含浸によることになり、含浸不足分が第2の樹脂拡散媒体側からの含浸により補われることになる。また、第1の樹脂拡散媒体と第2の樹脂拡散媒体に通気抵抗（樹脂流動抵抗）に大小関係を持たせてあるので、第1の樹脂拡散媒体側からは樹脂の迅速な含浸が行われつつ、第2の樹脂拡散媒体側においては、樹脂含浸が補われるとともに、

第1の樹脂拡散媒体側から含浸される樹脂により押し出されてきたボイドが、第2の樹脂拡散媒体側から含浸されてくる樹脂によって強化繊維基材内に閉じ込められるのではなく、側方へと、つまり、強化繊維基材の第2の面に沿う方向へと、比較的遅い速度で押し出されることになる。その結果、両面側からの樹脂含浸で
5 あるにもかかわらず、ボイドが強化繊維基材内に閉じ込められることが回避され、しかも、第2の面側での樹脂含浸が補われることになり、ボイド封入の問題を伴うことなく良好に厚物を成形することが可能になる。しかもこのとき、上述したように第2の樹脂拡散媒体側を成形品の意匠面とすることにより、凹凸の小さな優れた意匠面も同時に得られることになる。つまり、厚物成形と表面品質の向上
10 が同時に達成される。

また、前述の本発明に係るRTM成形方法（第2の方法）は、次のような場合に有効である。すなわち、成形型側の成形面（意匠面）の平滑性がさらに強く要求される場合や、さらに厚くかつ大面積の強化繊維基材への樹脂含浸が要求される成形においては、とくに、成形型面のあらゆる場所からの脱気経路をつねに有効に働かせる手段として、該強化繊維基材と成形型面との間に、気体透過膜と通
15 気性基材からなる脱気媒体を設けることができる。それにより、樹脂注入時に、強化繊維基材の下面側（意匠面成形側）に樹脂が到達する時間に差があって含浸部分の遅い箇所が生じようとしても、気体透過膜と成形型間に形成された脱気空間から吸引することにより、最終的にその面のすべての部分にわたって樹脂を完
20 全に含浸させることが可能となる。その結果、成形型面に沿った平滑性の良好な意匠面が得られる。

また、少なくとも隣り合った樹脂注入ゲートから、さらには、すべての樹脂注入ゲートから同時に樹脂注入した場合、通常は、樹脂の流れが重なる部分ができ、吸引しきれない領域が発生し、未含浸部ができることが多いが、上記方法によれば、常に脱気経路が確保されているため、最終的にすべての面を完全に含浸
25 させることが可能となる。

また、気体透過膜は、例えば表面に非常に微細な穴があいており、平滑な面を形成しているものが好ましいが、このような態様のものを用いると、前記通気性基材に薄い凹凸の少ない基材を用いることと併せて、成形品の表面品位を向上さ

せることができる。

また、本発明は、高Vfに成形する観点から、次のようなRTM成形方法も提供する。すなわち、本発明に係るRTM成形方法は、成形型内に強化繊維基材を配置し、該成形型内に連通する樹脂注入ラインと吸引ラインを設け、該成形型内
5 を吸引により減圧するとともに、樹脂を成形型内に注入し強化繊維基材に含浸させてFRP成形体を成形するRTM成形方法において、FRP成形体の目標繊維体積含有率よりも低い繊維体積含有率となるように樹脂を強化繊維基材に含浸させた後樹脂の注入を停止し、しかる後に目標繊維体積含有率になるまで樹脂の吸引を継続することを特徴をする方法からなる（第3の方法）。つまり、樹脂が基
10 材全域に流動して含浸された後に硬化させるに際し、樹脂が硬化するまでに、目標繊維体積含有率となるまで樹脂の吸引を継続して、強化繊維基材内から余分な樹脂を吸引し、それによって繊維体積含有率を目標値まで上げるようにしたRTM成形方法である。

このRTM成形方法においては、樹脂の注入を停止した後、樹脂注入ラインの
15 少なくとも1ラインを吸引ラインに変更して、目標繊維体積含有率になるまで樹脂の吸引を継続することができる。

上記目標繊維体積含有率としては、高Vf化のために、例えば55～65%の範囲内にあることが好ましい。この場合、廃棄樹脂量をできるだけ減少させることと樹脂の含浸性を上げることを考えた場合には、上記目標繊維体積含有率より
20 も低い繊維体積含有率としては、例えば45～60%の範囲内にあることが好ましい。さらには、より樹脂の含浸性を上げたい場合には45～55%の範囲内にあることが好ましい。

このRTM成形方法においては、上記強化繊維基材を、該強化繊維基材の嵩体積に対する強化繊維の体積の割合である繊維体積含有率が前記目標繊維体積含有
25 率よりも低いプリフォームに形成することもできる。とくに、強化繊維基材として、前記目標繊維体積含有率よりも低い上記範囲内で任意の繊維体積含有率にプリフォームされた織物、または、積層体を用いることができる。この織物としては、2次元や3次元の織物が挙げられる。積層体としては、強化繊維層を任意の数積層したものでもよいし、強化繊維層同士を接着した場合、繊維体積含有率に

安定性がありより好ましい。

上記 R T M 成形方法において、目標繊維体積含有率に到達したか否かの判定は、例えば強化繊維基材の厚みの測定により行うことができ、上記樹脂吸引継続中に、この厚みを測定し、余分の樹脂が所定量吸引除去されたか否かを判定すればよい。

- 5 また、上記 R T M 成形方法においては、樹脂の注入量あるいは吸引量を予め設定しておくことも可能である。すなわち、上記目標繊維体積含有率よりも低い繊維体積含有率に相当する樹脂の注入量を予め設定し、該設定注入量になった時点で、樹脂の注入を停止することができる。また、樹脂注入量に対し上記目標繊維体積含有率に到達するための樹脂の吸引量を予め設定し、該設定吸引量になった
10 時点で、樹脂の吸引を停止することができる。

また、上記 R T M 成形方法において、高強度、軽量な F R P 成形体を得るためには、強化繊維基材の少なくとも 1 層が炭素繊維層からなることが好ましい。この炭素繊維層は織物、例えば、炭素繊維が一方向に配向された一方向織物に形成することができる。

- 15 上記のような本発明に係る R T M 成形方法（第 3 の方法）においては、まず、F R P 成形体の目標繊維体積含有率よりも低い繊維体積含有率となるように樹脂を強化繊維基材に含浸させるので、空隙率が高く、強化繊維基材の全域にわたって十分に樹脂が含浸され、この時点で樹脂未含浸部の発生は防止される。この樹脂含浸後、樹脂の注入が停止され、しかる後に、樹脂が硬化するまでに、目標繊維
20 体積含有率になるまで樹脂の吸引が継続され、強化繊維基材内から余分な樹脂が吸引されて目標とする成形体の高 V f 化が達成される。

- また、本発明は、上記課題を解決するためのもう一つの方法として、次のような R T M 成形方法も提供する。すなわち、本発明に係る R T M 成形方法は、成形型内に強化繊維材を複数層積層して強化繊維材積層体を形成し、成形型内を吸引
25 により減圧しつつ、前記強化繊維材積層体の端面から積層面に沿う方向に樹脂を注入することにより、該強化繊維材積層体内に樹脂を含浸させることを特徴とする方法からなる（第 4 の方法）。すなわち、強化繊維材積層体の端面から、主として各強化繊維材の層間に樹脂を注入し、注入した樹脂を各強化繊維材内に含浸させる方法である。

この第4の方法においては、上記構成により、強化繊維材積層体の端面から積層面に沿う方向から樹脂を注入して、まず流動抵抗の低い、強化繊維材積層体を構成する各強化繊維材の層間内に速やかに樹脂を注入し、その後各層間から各強化繊維材の肉厚方向、つまり強化繊維材の積層方向に樹脂を含浸させるので、強化繊維材積層体の全体にわたって迅速にマトリックス樹脂を注入、含浸することができる。したがって、成形すべき成形体の肉厚が厚い場合でも、従来のような肉厚の制限は無くなり、前述の問題が一挙に解決できる。すなわち、強化繊維材と樹脂の種類によって異なるものの、実験によれば、強化繊維材の面と平行な方向における樹脂の流動抵抗は、面と垂直な方向における流動抵抗の約 $1/5 \sim 1/10$ であることが判っており、樹脂の強化繊維材の面と平行方向への拡散速度は面と垂直方向に比較して、非常に速い。ただし、強化繊維材の流動抵抗、樹脂粘度に下限値が存在するため樹脂が各層間を進行できる距離にも限界があるので、成形条件としては、各層間における樹脂の進行が求められる距離は約 600 mm 以内にすべきと考えられる。このように、強化繊維材積層体の端面から層間を通して積層面に沿う方向に樹脂を注入することにより、実質的に強化繊維材積層体の厚みの制限が無くなり、厚い成形体まで良好に成形できるようになる。また、この成形対象部分に対しては基本的に樹脂拡散媒体を配置する必要がないので、樹脂拡散媒体の凹凸が転写されることがなくなり、表面性状の向上を達成できるとともに、樹脂拡散媒体の準備作業と除去作業の工数削減による大幅なコストダウンを達成できる。

また、上記第4の方法においては、強化繊維材積層体の延べ長さ（屈曲したり湾曲している場合には、その形状に沿った総長）が 600 mm 以下であれば、上記端面から層間への樹脂注入により、各強化繊維材に十分に樹脂を含浸させることが可能である。すなわち、この長さが 600 mm を越えると、樹脂が含浸しにくくなって樹脂含浸不良部分が生じるおそれがある。該長さが 300 mm 以下の場合には、より短時間で樹脂含浸が可能であることからより好ましい。

また、上記第4の方法においては、液状樹脂の注入温度に関し、樹脂含浸開始時から1時間経過するまでの間、樹脂粘度が $10 \sim 1500 \text{ mPa} \cdot \text{s}$ の範囲内に維持されていれば、短時間での樹脂含浸が可能である。すなわち、樹脂粘度が

10 mPa・sよりも低ければ、樹脂粘度が低すぎるため、積層体の層間において積層面に沿う方向には迅速に浸透できるものの、とくに強化繊維材が強化繊維ストランド等から構成されている場合、そのストランドの周囲からストランド内部に向かって樹脂含浸が実質的に同時進行することとなるため、強化繊維ストラ
5 ンド内部に樹脂未含浸部が生じやすい。一方、樹脂粘度が1500 mPa・sを越えると、樹脂粘度が高すぎることから、積層体の層間において積層面に沿う方向への樹脂浸透距離が低下するとともに、各強化繊維材にも樹脂が含浸しにくくなるので、樹脂含浸不良部が生じやすくなる。したがって、液状樹脂の注入温度での樹脂粘度は、樹脂含浸開始時から1時間経過するまでの間、10～1500
10 mPa・sの範囲内に維持されていることが好ましい。

強化繊維材積層体の断面形状は特に限定されず、平板形状のもの他、角形やC形、I形、L形、Z形、T形、J形、またはハット形の断面形状であってもよい。また、スキン材（スキン板材）とストリンガー材（桁材）から構成される補強パネルの場合には、スキン材は単純な平板形状に形成される場合が多いが、ス
15 トリンガー材は比較的複雑な形状に形成される場合が多く、このような場合、本発明は、とくにストリンガー構成用部分に適用して好適なものである。たとえば、強化繊維材積層体が、断面形状が角形、C形、I形、L形、Z形、T形、J形、またはハット形からなるストリンガー構成用部分と、スキン材構成用部分とからなる場合に、このストリンガー構成用部分の成形に本発明はとくに有効である。
20 つまり、ストリンガー構成用部分の積層体端面から主として各強化繊維材の層間に樹脂を注入した後に、ストリンガー構成用部分全体に樹脂を含浸させる方法である。ただし、これらストリンガー構成用部分とスキン材構成用部分とは一体的に成形すればよい。ストリンガー構成用部分の端面から樹脂を注入していくので、ストリンガー材に対する肉厚の制限が無くなり、また樹脂拡散媒体を配設する必
25 要がないため、表面性状の向上と樹脂拡散媒体の準備作業と除去作業の工数削減による大幅なコストダウンとを達成できる。この場合、スキン材構成用部分に対しては、樹脂を、樹脂拡散媒体を介して該スキン材構成用部分の表面に沿う方向に拡散させつつ厚み方向に含浸させ、スキン材とストリンガー材から構成される補強パネルを一体的に成形することができる。

さらに、上記第 4 の方法においては、強化繊維材積層体の端面に、さらに樹脂拡散媒体、または樹脂流路溝を設けた上型を配置することもできる。

図面の簡単な説明

図 1 は、本発明の第 1 実施態様に係る R T M 成形方法に用いられる成形装置の
5 概略縦断面図である。

図 2 は、本発明の第 2 実施態様に係る R T M 成形方法に用いられる成形装置の概略縦断面図である。

図 3 は、本発明の第 3 実施態様に係る R T M 成形方法に用いられる成形装置の概略縦断面図である。

10 図 4 は、本発明の第 4 実施態様に係る R T M 成形方法に用いられる成形装置の概略縦断面図である。

図 5 は、本発明の第 5 実施態様に係る R T M 成形方法に用いられる成形装置の概略縦断面図である。

15 図 6 は、本発明の第 6 実施態様に係る R T M 成形方法に用いられる成形装置の概略縦断面図である。

図 7 は、本発明の第 7 実施態様に係る R T M 成形方法に用いられる成形装置の概略縦断面図である。

図 8 は、本発明の第 8 実施態様に係る R T M 成形方法に用いられる成形装置の概略縦断面図である。

20 図 9 は、本発明の第 9 実施態様に係る R T M 成形方法に用いられる成形装置の概略縦断面図である。

図 10 は、本発明の第 10 実施態様に係る R T M 成形方法に用いられる成形装置の概略縦断面図である。

25 図 11 は、本発明の第 11 実施態様に係る R T M 成形方法に用いられる成形装置の概略縦断面図である。

〔符号の説明〕

1：成形型

2：ブリーザー

3、3 a、3 b：ピールプライ

- 4 : 強化繊維基材
- 4 A、4 B、4 C、4 D : 強化繊維基材積層体
- 4 a、4 b : 積層体端面
- 5、5 a、5 b : 樹脂拡散媒体
- 5 6、6 a、6 b、6 d、6 e、6 i、6 k、6 l : 吸引ゲート
- 6 c、6 f、6 g、6 h、6 j、6 m、6 n、6 o : 樹脂注入ゲート
- 7 : シーラント
- 8 : バック材
- 9、4 1、4 2、A 1、A 2、A 3、A 4、A 5、B 1、B 2 : バルブ
- 10 10 : マトリックス樹脂
- 11 : 真空ポンプ
- 12 : 樹脂ポット
- 13 : 真空トラップ
- 14 : 形状固定治具
- 15 20 : 多孔シート
- 21 : ダイアルゲージ
- 23 : 通気性材料
- 30 : 樹脂拡散用型溝
- 50 : 気体透過膜
- 20 51 : 通気性基材
- 52 : シールテープ
- 53 : 脱気孔
- 54 : 脱気媒体

発明を実施するための最良の形態

- 25 以下に、本発明の望ましい実施の形態を、図面を参照しながら説明する。

図1は、本発明の第1実施態様に係るRTM成形方法に用いられる成形装置の概略縦断面図である。ベースとなる成型型1は、たとえば、ステンレスやアルミ合金、あるいは、その他の金型用金属やFRPから作製され、たとえば平板状のものに構成される。成型型1の形状は、所望の成形品の形状に合わせて加工され

るものであり、特に規定されるものではない。

本実施態様においては、成形型 1 上に第 2 の樹脂拡散媒体としてのブリーザー 2 が配置される。ここでブリーザーとは、前述した従来の樹脂拡散メディア程には樹脂の流動抵抗が低くないが、樹脂が強化繊維基材を流れる流動抵抗よりも低い樹脂流動抵抗を有するものである。ブリーザー 2 の表面の凹凸（表面粗さ）は、強化繊維基材の表面凹凸（表面粗さ）の 1.3 倍以下であることが好ましい。ブリーザー 2 としては、具体的には、強化繊維であるガラス繊維や炭素繊維からなる低目付（ 100 g/m^2 以下）のサーフェスマットや平織物、メッシュ織物、または合成繊維からなる太デニール（200 デニール以上）の織物や編物が好ましい。

ブリーザー 2 の上には、ピールプライ 3 a が配置される。ピールプライ 3 a は、成形体からメディア等を容易に除去するために敷布され、ピールプライ 3 a としては、たとえば、ナイロン製タフタのように離型の機能をなす織物を使用される。

ピールプライ 3 a の上には、強化繊維基材 4 が配置される。本実施態様では、強化繊維基材 4 は、複数の強化繊維材、とくに複数の強化繊維織物を積層したものに形成されている。本発明は、とくにこのような複数の強化繊維材が積層された厚い強化繊維基材 4 を用いた成形に好適なものである。ただし、1 枚の強化繊維材からなる強化繊維基材を使用する場合にも、もちろん、本発明の適用は可能であり、その場合にも、本発明はとくに厚い強化繊維基材を使用する成形に好適なものである。

強化繊維基材 4 の上には、ピールプライ 3 b を介して第 1 の樹脂拡散媒体 5 が配置される。第 1 の樹脂拡散媒体 5 は、表面に凹凸を有し、本実施態様では、樹脂の流動抵抗が強化繊維基材 4（強化繊維材の積層体）の樹脂流動抵抗の $1/10$ 以下の媒体である。第 1 の樹脂拡散媒体 5 と第 2 の樹脂拡散媒体としてのブリーザー 2 には、樹脂流動抵抗に大小関係が付与されており、ブリーザー 2 の樹脂流動抵抗の方が第 1 の樹脂拡散媒体 5 の樹脂流動抵抗よりも高く設定されている。第 1 の樹脂拡散媒体 5 としては、具体的には、ポリエチレンやポリプロピレン樹脂製のメッシュ織物で、目開きが $\#400$ 以下のものが好ましい。この配置の結果、強化繊維基材 4 の第 1 の面に対しては、第 1 の樹脂拡散媒体 5 が配置され、

反対側の第2の面に対しては、第2の樹脂拡散媒体としてのブリーザー2が配置されることになる。

このように成形型1上に配置されたものの全体がバッグ材8で覆われる。バッグ材8は、減圧キャビティを形成するための気密材料であるが、バッグ材8には、
5 耐熱性等を考慮して、たとえばナイロン製のフィルムを用いることが好ましい。
バッグ材8で覆われた内部に、第1の樹脂拡散媒体5に対して樹脂注入ゲート6cが設けられ、第2の樹脂拡散媒体としてのブリーザー2に対して吸引により内部を減圧する吸引ゲート6a、6bが設けられる。これらゲート6a、6b、6cは、たとえば、アルミニウム製のCチャンネル材等を使用して構成され、これ
10 らチャンネル材は、プラスチック製のチューブを介して外部部材と接続される。
バッグ材8の縁部と成形型1との間には、粘着性の高い合成ゴム製のシーラント7が介装され、この間がシールされて、バッグ材8内を減圧状態に保つために外部からの空気の流入が防止される。プラスチック製の樹脂ポット12内には含浸すべきFRPマトリックス樹脂としての熱硬化性樹脂10が貯留されており、適
15 切なタイミングでバルブ9を開けることにより、樹脂注入ゲート6cを介して樹脂が注入される。真空ポンプ11により、吸引ゲート6a、6bを介してバッグ材8で覆われたキャビティ内が減圧状態に保持される。なお、バッグ材8として、
第1のバッグ材をさらに第2のバッグ材で覆い二重バッグとすることで、空気漏れを防ぐことができ、その結果、強化繊維の体積含有率(Vf)を向上させるこ
20 とができる。

また、バッグ材8が一重バッグであっても、その外周縁にシーラント7を二重に並列配置することでも空気漏れを防ぐことができ、二重バッグと同様な効果を上げることができる。この場合は、二重バッグとすることよりも副資材の使用量と取付時間を低減でき、より低コストに成形できるメリットがある。

25 なお、図1に示した成形装置においては、強化繊維基材4の上面に、従来通り、ピールブライ3b/樹脂分散媒体5を配置し、強化繊維基材4の下面側にはピールブライ3a/ブリーザー2を配置したが、ピールブライ3aを配置せずに、成形後、ブリーザー2を成形体にそのまま残すようにしてもよい。

本実施態様における成形は次のように行われる。

常温または加熱雰囲気下で、図 1 に示した構成の積層体を成形型 1 (ツール) 面上に配置し、上側に配置した樹脂注入ゲート 6 c と下側に配置した吸引ゲート 6 a、6 b を含めてバッグ材 8 で覆う。この状態において、バッグ材 8 内を吸引ゲート 6 a、6 b を通しての吸引により減圧しながら、樹脂注入ゲート 6 c より

5 樹脂を注入すると、マトリックス樹脂 10 は第 1 の樹脂拡散媒体 5 内を強化繊維基材 4 の上面に沿う方向に迅速に拡散しつつ強化繊維基材 4 の上面から下面に向けて流動し強化繊維基材 4 内に含浸していく。樹脂含浸が終了した後、常温または加熱雰囲気下で樹脂を硬化させた後、バッグ材 8 を剥がして成形体を脱型する。その後ピールブライ 3 a、3 b、樹脂分散媒体 5 とブリーザー 2 は剥脱して製品

10 から取り除く。ただし、一形態としてブリーザー 2 は成形品にそのまま残してもよい。

この成形においては、第 1 の樹脂拡散媒体 5 の樹脂流動抵抗は低く設定されているので、第 1 の樹脂拡散媒体 5 に注入された樹脂は、強化繊維基材 4 の第 1 の面に沿う方向に迅速にかつ十分に広く拡散されつつ、強化繊維基材 4 内にその厚

15 み方向に迅速に含浸されていく。このときバッグ材 8 内部を減圧するために、第 2 の樹脂拡散媒体としてのブリーザー 2 を介してバッグ材 8 内部から吸引されるが、ブリーザー 2 の樹脂流動抵抗 (通気抵抗) は第 1 の樹脂拡散媒体 5 の樹脂流動抵抗 (通気抵抗) より高いものの、強化繊維基材 4 の樹脂流動抵抗 (通気抵抗) に比べると十分に低く抑えられているので、強化繊維基材からの通気が悪く

20 なって基材内の真空度が下がることが抑えられ、樹脂の迅速な含浸性が確保される。したがって、厚い強化繊維基材 4 に対しても第 1 の樹脂拡散媒体 5 側からの十分に良好な樹脂含浸性が確保される。そして、ブリーザー 2 の樹脂流動抵抗 (通気抵抗) が第 1 の樹脂拡散媒体 5 のそれよりも高く設定されているので、ブリーザー 2 は、第 1 の樹脂拡散媒体 5 に比べ、凹凸の小さな媒体に形成できる。

25 したがって、たとえこのようなブリーザー 2 の表面形態が成形品の表面に転写したとしても、その転写による成形品表面の凹凸の度合いは小さく抑えられる。つまり、良好な樹脂含浸性を確保しつつ、第 2 の樹脂拡散媒体側における成形品表面の凹凸が小さく抑えられることになる。この凹凸の小さな成形品表面側を意匠面側とすることにより、望ましい表面性状の成形品が得られることになる。すな

わち、従来方法において樹脂の硬化により成形品のツール面側に生じていたメディアの痕跡を、無くすることが可能になる。

図 2 は、本発明の第 2 実施態様に係る成形装置の概略縦断面図で、ブリーザーの代わりに、強化繊維基材の片面に第 2 の樹脂拡散媒体 5 a と多孔シート 2 0 を配置したものを示している。図 3 は、本発明の第 3 実施態様に係る成形装置の概略縦断面図で、図 2 における成形型面上に配置した樹脂拡散媒体の代わりに、成形型に溝を加工することにより成形型面自体を樹脂注入側の樹脂拡散媒体として構成したものを示している。以下、図 1 の装置に比べて異なる点のみを説明する。

2 0 は多孔シートを示しており、多孔シート 2 0 の材料としては、金属薄板材（アルミニウムやステンレス材）、スチールのパンチングメタルで厚さが 0. 1 mm 以上、あるいは、樹脂フィルム（ナイロン、ポリエステル、ポリエチレン、ポリプロピレン、ポリイミド）で厚さが 0. 2 mm 以上、FRP シートで厚さが 0. 2 mm 以上のシート材を用いることが好ましい。孔は、加工上は丸型が好ましいが、特に形状は限定しない。多孔シート 2 0 を成形体から剥脱した後に成形体の表面にその痕跡が殆ど残らないようにするためには、孔径は 3 mm 以下が望ましく、さらに好ましくは 1. 5 mm 以下が望ましい。孔の配置はランダムでも規則的でもよい。好ましい孔ピッチは、使用する強化繊維基材の仕様によって異なるが、15 mm 以下、望ましくは 10 mm 以下がよい。多孔シート 2 0 への要求機能としては、平滑性が最終製品に要求される表面粗度と同等以上であり、剛性は樹脂分散媒体の凹凸の影響を反映させないだけの剛性であり、上記所要の剛性を保持しつつ、樹脂の通過が可能ないように孔が多数開いているものである。3 0 は成形型に加工した溝で、溝 3 0 は、幅が 0. 5 mm ～ 5 mm、深さが 1 mm ～ 6 mm、ピッチは 2 mm ～ 25 mm、断面形状は矩形や逆台形や三角形をなすことが好ましい。さらに好ましくは、幅が約 1 mm、深さが約 3 mm の断面矩形で、ピッチが約 8 mm の溝が望ましい。

図 2 の成形装置において、強化繊維基材 4 の下面に、強化繊維基材 4 に接する側から、ピールブライ 3 a / 多孔シート 2 0 / 第 2 の樹脂分散媒体 5 a を配置する。ただし、多孔シート 2 0 とピールブライ 3 a の配置は逆でもよい。また、実施の一態様として図 2 の成形装置において、樹脂分散媒体 5 a を使わずに、図 3

に示す如く、ツール面（成形面）に樹脂注入用（図示例）あるいは減圧吸引用の溝を設ける。この場合は、上記樹脂分散媒体を用いる場合よりも、樹脂注入或いは減圧吸引を全面に渡ってより均一にすることが可能になるため、よりボイドや欠肉の発生を少なくし安定して良品が得られやすくなる。そして、強化繊維基材
5 4の上面には、従来通りのピールプライ3b／樹脂分散媒体5（強化繊維基材4側にピールプライを配置）或いは該強化繊維基材4の下面側と同様のものを配置して、後は、図1と同様の方法で成形を実施する。

図4は本発明の第4実施態様に係る成形装置の概略縦断面図で、図3の強化繊維基材の上部に減圧のための2つの吸引ゲート6d、6eを設置して、途中で一
10 方のゲート6dを樹脂の注入口に切り換えて、強化繊維基材の両面側から樹脂の注入を行うようにしたものを示している。以下に、図1～図3の装置に比べて異なる点のみを説明する。

吸引ゲート6dについては、成形途中に樹脂の注入口に切り換える。吸引ゲートとして使用する場合には、バルブ42を閉じてからバルブ41を開き、樹脂注
15 入ゲートに切り換える場合には、バルブ41を閉じてバルブ42を開く。

図4の成形装置において、常温または加熱雰囲気下で、溝30を加工した成型（ツール）面上に多孔シート20、ピールプライ3aを介して強化繊維基材4を配置し、上面側に複数個配置した減圧のための吸引ゲート6d、6eと下面側に配置した樹脂注入ゲート（溝30）を含めてバッグ材で覆う。この状態において、バルブ41を開、バルブ42およびバルブ9を閉としてバッグ材8内を吸引
20 ゲートより吸引して減圧しながら、バルブ9を開けて樹脂注入ゲートとしての溝30に樹脂を注入すると、マトリックス樹脂10は強化繊維基材4の下面から上面へ流動し含浸していく。ただし、強化繊維基材4の板厚が10mm以上の場合、樹脂と強化繊維基材の組み合わせによっては、樹脂が上面まで完全に含浸することが困難となる場合がある。したがって、上面まで良好に含浸できない場合は、
25 樹脂が強化繊維基材4の上面に到達する前に、上面側の吸引ゲートの少なくとも一つ（図4では6d）を、バルブ41を閉、バルブ42を開として樹脂注入ゲートに切り換えることができる。樹脂注入ゲートに切り換えた場合、上面側からも樹脂が注入されることになり、上記樹脂含浸不足が補われる。同時に、ゲート6

d側から吸引ゲート6e側へと樹脂が流動されるので、この樹脂の流動に伴って吸引ゲート6e方向にボイドが押し出される。つまり、第1の樹脂拡散媒体としての成型型の溝30側から迅速な樹脂含浸が行われつつ、厚い強化繊維基材4の上面側に対して樹脂含浸不足が補われ、同時にボイドが側方に押し出されて強化繊維基材4内に閉じ込められることが防止される。その結果、従来方法では含浸
5 限界厚さの存在により十分に含浸させることができなかった厚い強化繊維基材4を使用した場合にも成形が可能になり、同時にその成形の際にボイドが閉じ込められることを回避して、成形品の良好な品質を確保することが可能となる。

含浸が終了した後、常温または加熱雰囲気下で樹脂を硬化させるが、媒体自体
10 の凹凸形状や硬化の際に生じる媒体に溜まった樹脂の硬化ヒケの影響を、適度な剛性を有する多孔シート20が遮断する。そのため、脱型後多孔シート20／ピールプライ3a、3b／樹脂分散媒体5を剥がして取り出した成形品のツール面側の表面性状としては、殆どツール面の平滑性を反映したものが得られる。

図5は、本発明の第5実施態様に係るRTM成形方法の実施に用いる成形装置
15 の概略断面図で、前述の実施態様と基本的部位は同じであるが、成型型1上に気体透過膜50、通気性基材51およびシールテープ52からなる脱気媒体54を設け、気体透過膜50と成型型1との間に形成された脱気空間から脱気孔53を通して吸引できるようになっている点が異なっている。以下、本実施態様による成形方法について、前述の実施態様と異なる点のみ説明する。

20 まず、常温または加熱雰囲気下で、強化繊維基材の積層体4を成型型1（ツール）面上に配置し、上側に配置した樹脂注入ゲート6fと、成型型1と積層体4の間に配置した気体透過膜50および通気性基材51を含めて、バッグ材8で覆う。この場合、気体透過膜50の外周は、すべて、シールテープ52で、成型型面に貼り付けてシールする。この状態において、真空ポンプ11で吸引し、気体
25 透過膜50、脱気空間を通してバッグ材8内を減圧しながら、樹脂注入ゲート6fより、樹脂を注入すると、マトリックス樹脂10は第1の樹脂拡散媒体5内を強化繊維基材4の上面に沿う方向（平面方向）に迅速に拡散しつつ、強化繊維基材4の上面から下面に向けて流動し、強化繊維基材4内に含浸していく。含浸が終了した後、常温または加熱雰囲気下で樹脂を硬化させた後、バッグ材8をはが

して成形体を脱型する。

ここで、気体透過膜 5 0 は、微多孔質のシートや樹脂フィルム、紙や布などに微多孔膜をコーティングした基材など、気体は通すが、樹脂や液体を通さないものであれば、どのようなものを使用してもよい。また、表面の平滑性があるものの方が、成形品の表面品位を良いものにすることができる。また、気体透過膜 5 0 には、離型性があることが望ましいが、場合によっては成形品と一体化させることも可能である。

通気性基材 5 1 は、含浸性向上のためには、通気性がよいことが好ましく、成形品の平滑性向上のためには、できるだけ凹凸がないことが好ましい。

10 この R T M 成形方法においては、成型型 1 内を吸引により減圧した後、該成型型 1 内に樹脂拡散媒体 5 を介して樹脂を注入しつつ、注入した樹脂を、気体透過膜 5 0 と成型型 1 との間に形成された脱気空間から吸引しながら、注入されてきた樹脂を強化繊維基材 4 内に含浸させることができるので、意匠面となる成型型側の成形面において、樹脂を迅速かつ十分に拡がらせることができ、優れた品位
15 の意匠面を成形できる。しかも、気体透過膜 5 0 に微小気孔の平滑性の高いものを使用することにより、凹凸の極めて小さい、平滑性の高い意匠面を成形できる。したがって、強化繊維基材 4 の積層体で厚みの厚いものに対しても、積層体全体に良好に樹脂含浸できるようになり、かつ、上記の如く凹凸の極めて小さい、平滑性の高い意匠面が得られる。

20 図 6 は第 6 実施態様を示しており、図 5 に示した第 5 実施態様の応用例である。複数の樹脂注入ゲート 6 g、6 h のうち、少なくとも 2 つの隣り合った樹脂注入ゲートから、同時に樹脂を注入する方法であり、面積の広い大型の成形品に対して有効である。図 6 では、積層体 4 が平板状であるが、突起や板厚変化のある成形品、曲面板など樹脂の流れの制御が難しい積層体であっても、樹脂を全体に行き渡らせることが可能となる。
25

そして、気体透過膜 5 0 と成型型 1 との間に形成された脱気空間からの吸引経路（吸引孔 5 3）も、複数設けられており、大型の成形品に対しても、十分に吸引できるようになっている。また、必要に応じて、上記脱気空間からの吸引経路に加え、これとは別に吸引ゲート 6 a（吸引経路）を設けることも可能であり、

これによって、樹脂注入時の含浸方向の制御や、樹脂含浸後の余剰樹脂の吸引などに活用することができる。

図 7 は、本発明の第 7 実施態様に係る R T M 成形方法に用いる成形装置の一例を示している。図 7 において、ベースとなる成形型 1 は、たとえば、ステンレス
5 やアルミ合金、あるいは、その他の金型用金属や F R P から作製され、たとえば
平板状のものに構成される。この成形型 1 内に、図示例では成形型 1 上に、強化
繊維基材 4 が配置される。強化繊維基材 4 は、例えば、強化繊維の織物を積層し
たものからなる。本実施態様では、強化繊維基材 4 の上に、樹脂を拡散させるた
めの媒体 5 がピールブライ 3 を介して配置される。樹脂拡散媒体 5 には、樹脂の
10 流動抵抗が強化繊維基材 4 内を流れる場合の流動抵抗に比べ $1/10$ 以下の低い
抵抗をなす媒体であることが好ましく、具体的には、ポリエチレンやポリプロピ
レン樹脂製のメッシュ織物で、目開きが # 400 以下のものが好ましい。これら
成形型 1 上に配置された部材全体が、気密材料からなるバッグ材 8 で覆われる。
バッグ材 8 としては、気密性および耐熱性を考慮して、例えばナイロン製のフィ
15 ルムを用いることが好ましい。7 は粘着性の高い合成ゴム製のシーラントで、バ
ッグ材 8 内を減圧状態に保つことができるよう、外部からの空気の流入を防止す
る。なお、第 1 のバッグ材をさらに第 2 のバッグ材で覆い二重バッグとすること
で、空気漏れを防ぐことができ、その結果、V f を向上させることができる。

シールされたバッグ材 8 内に、樹脂注入口 6 j と、吸引によりバッグ材 8 内を
20 減圧するための吸引口 6 i が設けられ、各々、樹脂注入ラインと吸引ラインに接
続されている。樹脂注入口 6 j、吸引口 6 i には、例えばアルミニウム製の C チ
ャンネル材等を使用することができ、これらチャンネル材を、樹脂注入ライン、
吸引ラインを形成するプラスチック製のチューブを介して外部部材と接続すれば
よい。10 は、F R P 成形体のマトリックス樹脂となる熱硬化性樹脂であり、該
25 樹脂は例えばプラスチック製のポット内に収容される。13 は真空トラップで、
吸引口 6 i より吸引した成形体内からの余分な樹脂を蓄積させる。11 は真空ボ
ンプであり、真空トラップ 13、吸引口 6 i を介して、バッグ材 8 で覆われた内
部から吸引し、内部を減圧状態に保持する。ピールブライ 3 は、成形体から樹脂
拡散媒体 5 を容易に除去するために介装され、例えば、ナイロン製タフタのよう

に離型の機能を有する織物が用いられる。

強化繊維基材 4 を形成する強化繊維の材質としては特に限定されるものではないが、例えば、ガラス繊維、炭素繊維、アラミド繊維等が挙げられる。また、それらを少なくとも 2 種類使用あるいは積層したハイブリッド構造のものでもよい。

- 5 また、強化繊維の間に、例えば発泡材や中空コアなどのコア材を挟んだサンドイッチ構造のものを用いてもよい。強化繊維基材 4 としては、目標繊維含有率よりも低い任意の繊維含有率にプリフォームされた織物、あるいは、積層体を用いることが好ましい。織物としては、例えば、2 次元、3 次元で構成されたものが望ましく、積層体としては、織物を任意の枚数積み上げたものでもよいし、織物同
10 士を接着させたプリフォームの方が、繊維含有率の安定化の観点からより好ましい。

- 樹脂拡散媒体 5 としては、例えば網状体を用いることもできるし、成型型 1 に溝等により樹脂流路を形成し、その樹脂流路が形成された成型型 1 の面自体を樹脂
15 拡散媒体に構成することも可能である。また、強化繊維基材自体を樹脂拡散媒体として使用することも可能である。マトリックス樹脂としては、例えば、ポリエステル樹脂、ビニルエステル樹脂、エポキシ樹脂、フェノール樹脂等が挙げられる。

- 図 8 は、本発明の第 8 実施態様に係る R T M 成形方法に用いる成形装置を示しており、強化繊維基材の下面側に、樹脂拡散媒体を別途配置する代わりに成型型
20 に溝を加工して実質的に樹脂拡散媒体を構成するとともに、樹脂の吸引中にダイヤルゲージで板厚（成型体あるいは樹脂が含浸された強化繊維基材の厚みに想到する板厚）を測定できるようにした装置を示している。図 7 の装置に比べて異なる点は以下の通りである。

- 21 は、ダイヤルゲージで、樹脂の吸引中に強化繊維基材の板厚の測定を行う。
25 30 は、樹脂拡散媒体の代わりに樹脂拡散用に成型型に加工した溝で、幅が 0.5 mm ~ 5 mm、深さが 1 mm ~ 6 mm、配設ピッチが 2 mm ~ 25 mm の矩形または逆台形または三角形などの断面形状を有することが好ましい。より好ましくは、幅が約 1 mm、深さが約 3 mm の矩形断面を有し、ピッチが約 8 mm であることが望ましい。ダイヤルゲージ 21 以外の成形品の厚みの測定機器としては、

定尺、マイクロメータまたはレーザ測定器などが挙げられる。

上記のような成形装置を用いて本発明に係るRTM成形方法は次のように行われる。

まず、成形型1の成型面の上に強化繊維基材4を配置し、その上に離型用ビ
5 ルプライ3（例えばナイロン製タフタ）と通気性材料23（ポリエステル不織
布）を配設する。

強化繊維基材4としては、目標繊維体積含有率よりも低い任意の繊維含有率に
プリフォームされた織物、あるいは、積層体を用いることが好ましい。樹脂を含
浸させた場合に、任意の繊維含有率にコントロールすることができ、含浸性が良
10 く安定化させることができるからである。

また、強化繊維基材4に対し、例えば、端部と中央部（図8）や、両端部（図
7）に、樹脂注入口6jと吸引口6iを配置し、それらに樹脂注入ラインと吸引
ラインを接続する。これら樹脂注入口6jおよび樹脂注入ライン、吸引口6iお
よび吸引ラインは、それぞれ、少なくとも1ライン配設する。次に上記のように
15 成形型1上に積層された各部材の上部から全体を覆うようにバッグ材8（フィル
ム材）を被せ、外部から強化繊維基材4等の内部を減圧状態に維持するために周
囲をシーラント7でシールする。そして、バルブA1、A2を閉じ、バルブA3
を開いて、吸引口6i、真空ライン、真空トラップ13を介して真空ポンプ11
により吸引することによって、キャビティ内（バッグ材8で覆われた内部）を0.
20 1MPa以下の減圧状態にする。

次に成形型1を加熱用オープン内に設置して、成形型全体を所定の温度まで加
熱する。成形型1が所定の温度まで上昇したら、バルブA1を開き、樹脂注入口
6jより所定の樹脂10をキャビティ内に注入する。樹脂は吸引ラインに向かっ
て通気性材料23内を拡散し、通気性材料23内の樹脂は強化繊維基材4内に含
25 浸し始める。そして、基材4内の全領域に樹脂が含浸された時、あるいは基材4
内の全領域に樹脂が含浸されていなくとも、予め設定した所定量の樹脂が注入さ
れた時、バルブA1を閉じて樹脂の供給を中止する。この樹脂注入停止時点での
繊維体積含有率Vfは45%～60%の範囲内、より好ましくは50～55%の
範囲内となるように設定するのが望ましい。これは、吸引排出による樹脂のロス

- を極力少なく抑えるためである。そして、真空ラインを連通した真空トラップ 13 を介して吸引口 6 i および、A 2 を開いて樹脂注入口 6 j から、真空トラップ 13 に所定の繊維体積含有率になるまで樹脂の吸引を行う。樹脂の吸引は樹脂がゲル化あるいは硬化するまで継続してもよいが、最終的に目標繊維体積含有率である 55%~65%になるまで吸引を行う。目標繊維体積含有率をこのような範囲に設定するのは、例えば、航空機部材の場合、対金属材料とのコスト・性能比較では、Vf を 55%以上にする必要があり、また、繊維体積含有率が 65%を越えるような高 Vf となった場合には、含浸不良となってボイドを発生したり、成形体における層間剪断強度が低下する等の問題が生じやすくなるためである。
- 10 本発明において、目標繊維体積含有率 Vf は、例えば、以下の方法により設定できる。

すなわち、次式により、強化繊維基材の厚みから、成形体の繊維体積含有率の予測が可能である。

$$Vf = FAW \times PLY / (\rho \times t)$$

- 15 Vf : 繊維体積含有率 (%)

FAW : 強化繊維基材を構成する強化繊維材の目付 (g/cm²)

PLY : 強化繊維材の積層数

ρ : 強化繊維基材の密度 (g/cm³)

t : 板厚 (cm)

- 20 積層体(強化繊維基材)の厚みを測定する機器を予め設置して、積層体の厚みの測定を行いながら、目標繊維体積含有率に相当する板厚に達した時に、バルブ A 2 と A 3 を閉じてよい。もしくは、繊維体積含有率は、積層体内の繊維と樹脂の量で定義できるため、予め所定の繊維体積含有率に相当する樹脂の注入量と吸引量を設定しておき、目標の注入量で樹脂の注入を中止し、目標の吸引量となった段階で樹脂の吸引を停止することもできる。
- 25

その後、所定の温度と時間で樹脂を硬化させる。硬化が終了した後、バッグ材やピールブライと共に通気性材料や樹脂注入、吸引ラインに用いた部材など全ての副資材を成形体表面から取り除き、最後に成形型面上より成形体を脱型する。得られた成形体は、必要に応じて所定の温度と時間にてアフターキュアを行うこ

ともできる。

図 9 は、本発明の第 9 実施態様に係る R T M 成形方法に用いる成形装置の一例を示している。図 9 において、ベースとなる成形型 1 は、ステンレスやアルミ合金、あるいは、その他の金型用金属や F R P から作製され、たとえば平板状のものに構成される。このように平板状の成形型 1 に構成される場合には、凹形のキャビティは不要であるが、成形すべき成形品の形状によっては、成形型 1 に凹形のキャビティが形成される。この成形型 1 内に、図示例では成形型 1 上に、強化繊維材積層体 4 A が配置される。強化繊維材積層体 4 A は、複数の強化繊維材 4 の積層体からなり、各強化繊維材 4 は、たとえば強化繊維織物からなる。4 a、4 b は、厚物平板状に形成された強化繊維材積層体 4 A の各端面を示している。この各端面 4 a、4 b に対し、本実施態様では、樹脂を拡散させる樹脂拡散媒体 5 が、ピールプライ 3 を介して配置されている。ただし、ピールプライ 3 は、強化繊維材積層体 4 の全体を覆うように配置されている。この樹脂拡散媒体 5 は、樹脂の流動抵抗が強化繊維材積層体 4 A 内を流れる場合の流動抵抗に比べ 1 / 10 以下の低い抵抗を有する媒体であり、具体的には、ポリエチレンやポリプロピレン樹脂製のメッシュ織物で、目開きが # 4 0 0 以下のものが好ましい。これら成形型 1 上に配置された部材全体が、気密材料からなるバッグ材 8 で覆われる。バッグ材 8 としては、気密性および耐熱性を考慮して、例えばナイロン製のフィルムを用いることが好ましい。7 は粘着性の高い合成ゴム製のシーラントで、バッグ材 8 内を減圧状態に保つことができるよう、外部からの空気の流入を防止する。なお、ピールプライ 3 は、成形体から樹脂拡散媒体 5 等を容易に除去するために敷設されるもので、例えば、ナイロン製タフタのように離型の機能をなす織物を使用できる。

シールされたバッグ材 8 内に、樹脂注入口 6 m と、吸引によりバッグ材 8 内を減圧するための吸引口 6 k が設けられ、各々、樹脂注入ラインと吸引ラインに接続されている。樹脂注入口 6 m、吸引口 6 k には、例えばアルミニウム製の C チャンネル材等を使用することができ、これらチャンネル材を、樹脂注入ライン、吸引ラインを形成するプラスチック製のチューブを介して外部部材と接続すればよい。1 0 は、F R P 成形体のマトリックス樹脂となる熱硬化性樹脂であり、該

樹脂は例えばプラスチック製のポット内に收容される。13は真空トラップで、吸引口6kより吸引した成形体内からの余分な樹脂を蓄積させる。11は真空ポンプであり、真空トラップ13、吸引口6kを介して、バッグ材8で覆われた内部から吸引し、内部を減圧状態に保持する。A1、B1は樹脂注入ライン、吸引
5 ラインのチューブの開閉を行うためのバルブで、例えばバルブ付き継手やピンチオフプライヤー等を用いることができる。なお、第1のバッグ材をさらに第2のバッグ材で覆い二重バッグとすることで、空気漏れを防ぐことができ、その結果、強化繊維の体積含有率(Vf)を向上させることができる。

図10は、本発明の第10実施態様に係る製造方法に用いられる製造装置を示
10 しており、繊維強化樹脂成形体として、複合形状のもの、とくに、断面がI形状のストリンガー材と、平板状のスキン材との一体複合形態を備えた成形体、いわゆるスキン・ストリンガー一体構造の繊維強化樹脂成形体を成形する場合の製造装置を示している。図9の装置に比べて異なる点は以下の通りである。

4Bはスキン材構成用部分を形成する、断面形状が平板状の強化繊維織物の積
15 層体(強化繊維材積層体)であり、4Cはストリンガー構成用部分を形成する、断面形状がI形の強化繊維織物の積層体(強化繊維材積層体)である。6lは、減圧を行うための吸引口であり、6nは樹脂注入を行うための樹脂注入口であり、ともに、アルミニウム製のCチャンネル材等を使用することが好ましい。該チャンネル材は、プラスチック製のチューブを介して外部部材と接続する。14はス
20 トリンガー構成用部分を形成する強化繊維材積層体4Cの両側部分をそれぞれ断面C形状に固定するための治具で、例えば金属や発泡コア等を用いることができる。A5、A4はチューブの開閉を行うためのバルブで、例えばバルブ付き継手やピンチオフプライヤー等を用いることができる。注入したマトリックス樹脂は、
25 スキン材構成用部分4Bの露出上面部分と、I形断面形状のストリンガー構成用部分4Cの強化繊維材積層体の下側端面部分とにわたって配置された樹脂拡散媒体5内を流れ、スキン材構成用部分4Bに対しては主としてその厚み方向、ストリンガー構成用部分4Cに対しては強化繊維材積層体の端面から層間方向に(強化繊維材の積層面に沿う方向に)含浸される。

図11は、本発明の第11実施態様に係る製造方法に用いられる製造装置を示

しており、段差のある強化繊維材積層体を成形する場合の製造装置を示している。
4 Dは、図 9 に示したのと同様の強化繊維材 4 の積層体の上面に部分的に配置された強化繊維材積層体である。注入したマトリックス樹脂は、強化繊維材積層体 4 D の一方の端面まで延びるように配置された樹脂拡散媒体 5 内を流れ、薄板部 5 （4 D が積層されていない部分）に対しては積層方向（厚み方向）に浸透していき、厚板部（4 D が積層されている部分）に対しては、強化繊維材積層体 4 D の端面から積層方向と垂直な面に配設された樹脂拡散媒体 5 を介して、積層方向と平行方向に（つまり、層間方向に）含浸される。

次に、本発明に係る方法は、上記の各製造装置を用いて以下のように実施される。基本的な実施態様である図 9 の装置について説明すると、まず、成型型 1 の型面の上に強化繊維材 4 を複数層積層して強化繊維材積層体 4 A を形成し、その上から離型用ピールブライ 3 （例えばナイロン製タフタ）を積層体 4 A の全体を覆うように配置する。この場合、ピールブライ 3 の外周縁は、図 9 に示すようにシーラント 7 まで到達するように配置する。次に、強化繊維材積層体 4 A の両端部近傍に樹脂拡散媒体 5 を、積層体 4 A の両端面部 4 a、4 b まで延びるように配設し、さらにその上に樹脂注入口 6 m と吸引口 6 k をそれぞれ配設する。つぎにこれら部材全体の上からバッグ基材 8 （バッグフィルム）を被せ、その周縁部と成型型 1 との間を全周に渡りシーラント 7 でシールする。

以上で成形準備が完了したので、バルブ A 1 を閉状態にし、真空ポンプ 1 1 を運転する。次にバルブ B 1 を開放して、真空トラップ 1 3 を介して吸引口 6 k からキャビティ内（バッグ基材 8 内）を吸引する。次に、成型型 1 上の部材全体を所定の成形温度まで加熱する。成型型 1 が所定の成形温度まで上昇したら、バルブ A 4 を開放してバッグ材 8 内の減圧雰囲気圧力にて樹脂注入口 6 m よりマトリックス樹脂 1 0 を注入すると、樹脂 1 0 は、一方の樹脂拡散媒体 5 を介して拡散された後、まず流動抵抗の低い強化繊維材積層体 4 A の各層間内を速やかに流れ、積層体 4 A の反対側端部に到達する。各層間の流動抵抗が平衡状態になると、今度は各層間から各強化繊維材 4 の厚み方向、すなわち強化繊維材 4 の積層方向に含浸していき、流動抵抗が平衡状態に達した時点で樹脂が強化繊維材積層体 4 A の全体にまんべんなく含浸される。所定の樹脂量が注入したことを確認した時点

で、バルブ A 1 を閉じて樹脂の供給を中止する。その後、所定の温度と時間で該樹脂を硬化させる。硬化終了後、バッグ材やピールプライ（離型用織布）と共に樹脂拡散媒体や樹脂注入、吸引口に用いた全ての副資材を成形品表面から取り除く、最後に成形型面上より成形体を脱型する。得られた成形体は、必要に応じて

5 所定の温度と時間でアフターキュアを行う。

実 施 例

以下に、本発明を実施例に基づいて説明する。

実施例 1

図 1 の R T M 用成形装置において、成形型 1 の成形面にブリーザー 2（ガラス
10 繊維のサーフェスマット、 80 g/m^2 目付）を配置し、両端部に吸引ゲート
6 a、6 b を配設して、真空ポンプ 1 1 に接続した。ブリーザー 2 上にピールプ
ライ 3 a を配置し、その上に炭素繊維織物（東レ（株）製、T 3 0 0 の炭素繊維
を使用した平織物 C O 6 3 4 3、目付； 200 g/m^2 ）を 1 2 0 プライ積層し
15 た強化繊維基材 4 を配置した。このとき、ブリーザー 2 と強化繊維基材 4 の間の
ピールプライ 3 a は省略する場合があるが、これはブリーザーを成形後の製品に
残すことが前提であり、そのときのブリーザーとしては炭素繊維のメッシュ織物
が望ましい。

強化繊維基材 4 の上にピールプライ 3 b を配置し、その上にポリプロピレン製
メッシュ材である樹脂拡散媒体 5（（株）東京ポリマー製、“ネトロン” T S X
20 - 4 0 0 P）を配置して、その上には樹脂注入ゲート 6 c を配置してバルブ 9 を
介して樹脂ポット 1 2 と接続した。これら全体にバッグ材 8（バッグシート）を
被せて周囲をシーラント 7 でシールした（なお、この図では省略しているが、二
重バッグとした）。バルブ 9 を閉じ、バッグ材 8 で覆ったキャビティ内を真空ポ
ンプ 1 1 で吸引、減圧するとともに全体をオーブン内で 60°C に加熱して 1 時間
25 保持した。熱硬化性エポキシマトリックス樹脂 1 0（ 60°C （注入温度）におけ
る樹脂粘度が $200 \text{ mPa}\cdot\text{s}$ 、 60°C で 1 時間経過後の樹脂粘度が $300 \text{ mPa}\cdot\text{s}$ のエポキシ樹脂）を樹脂ポット 1 2 内に收容してバルブ 9 を開放すると、
マトリックス樹脂 1 0 が樹脂注入ラインより媒体 5 内に拡散しつつ、強化繊維基
材 4 の厚み方向に上から下へ含浸され、約 2.5 mm 厚の基材が未含浸部なく完全

に樹脂含浸された。樹脂含浸後、約 50 分後にバルブ 9 を閉じて樹脂の供給を止め、約 2℃/分で全体を 130℃に昇温して 2 時間保持し、マトリックス樹脂を硬化させた。その後、室温まで約 2℃/分で降温し、全体を成形型から取り外してバッグ材 8 を取り除いた。硬化物からピールブライを引き剥がすことにより、
5 成形品の表面の硬化樹脂及び媒体とブリーザーを取り除いた。媒体の接していた面には凹凸がみられるのに対して、ブリーザーの接していた面は表面平滑性の良い面が得られた。

実施例 2

図 2 の RTM 用成形装置において、その成形型 1 の成形面にポリプロピレン製
10 メッシュ材である媒体 5 a ((株) 東京ポリマー製、"ネトロン" TSX-400P) を配置し、その周辺部には吸引ゲート 6 a、6 b を置き、それらを真空ポンプ 11 に接続した。媒体 5 a 上に多孔シート 20 (0.2 mm 厚みのステンレス製バンチングメタルで直径 1 mm の穴が 10 mm ピッチに加工されているもの) を配置し、その上にピールブライ 3 a を、その上に炭素繊維織物 (東レ (株) 製、
15 T300 の炭素繊維を使用した平織物 CO6343、目付 ; 200 g/m²) を 120 プライ積層した強化繊維基材 4 を配置した。

強化繊維基材 4 の上にはピールブライ 3 b を配置し、その上に媒体 5 b を配置してその上には樹脂注入口 6 c を置き、これを樹脂注入ゲートとしてバルブ 9 を介して樹脂ポット 12 と接続した。このときピールブライ 3 b と媒体 5 b の間に
20 多孔シートを配置してもよい。これら全体にバッグ材 8 を二重に被せて周囲をシーラント 7 でシールした。バルブ 9 を閉じ、バッグ材 8 で覆ったキャビティ内を真空ポンプ 11 で減圧するとともに全体をオープン内で 60℃に加熱して 1 時間保持した。熱硬化性エポキシマトリックス樹脂 10 (60℃ (注入温度) における樹脂粘度が 200 mPa・s、60℃で 1 時間経過後の樹脂粘度が 300 mPa・s のエポキシ樹脂) を樹脂ポット 12 内に収容してバルブ 9 を開放すると、
25 マトリックス樹脂 10 が樹脂注入ラインより上側の媒体 5 b に拡散しつつ、炭素繊維織物積層体 4 の厚み方向に上から下へ含浸され、約 2.5 mm 厚の強化繊維基材 4 が未含浸部なく完全に樹脂含浸された。樹脂含浸の後、バルブ 9 を閉じて樹脂の供給を止め、約 2℃/分で全体を 130℃に昇温して 2 時間保持してマトリ

ックス樹脂を硬化させ、そのあと室温まで約2℃/分で降温し、全体を成型型から取り外してバッグ材8を取り除いた。硬化物からピールプライを除去して、硬化樹脂及び媒体と多孔シートを取り除いた結果、媒体の接していた面には凹凸がみられるのに対して、多孔シートの接していた面は表面平滑性の良い面が得られた。

実施例 3

図3のRTM用成形装置において、その樹脂拡散用の井型の溝30（幅1mm、深さ3mmの断面矩形の溝でピッチが8mm）を加工した成型型を用いて、該溝にバルブ9を介して樹脂ポット12を接続した。成型面上に多孔シート20（0.2mm厚みのステンレス製バンチングメタルで直径1mmの穴が10mmピッチに加工されているもの）を配置し、その上にピールプライ3aを、その上に炭素繊維織物（東レ（株）製、T300の炭素繊維を使用した平織物CO6343、目付；200g/m²）を120プライ積層した強化繊維基材4を配置した。強化繊維基材4の上にはピールプライ3bを配置し、その上にポリプロピレン製メッシュ材である媒体5（（株）東京ポリマー製、“ネトロン”TSX-400p）を配置し、その上には吸引ゲート6を置き、真空ポンプ11に接続した。全体にバッグ材8を二重に被せて周囲をシーラント7でシールした。バルブ9を閉じ、バッグ材8で覆ったキャビティ内を真空ポンプ11で減圧するとともに全体をオーブン内で60℃に加熱して1時間保持した。熱硬化性エポキシマトリックス樹脂10（60℃（注入温度）における樹脂粘度が200mPa・s、60℃で1時間経過後の樹脂粘度が300mPa・sのエポキシ樹脂）を樹脂ポット12内に収容してバルブ9を開放すると、マトリックス樹脂10が樹脂注入ラインより溝付き成形面に拡散しつつ、炭素繊維織物積層体4の厚み方向に下から上へ含浸され、2.5mm厚の積層体が未含浸部なく完全に樹脂含浸された。樹脂含浸の後、バルブ9を閉じて樹脂の供給を止め、約2℃/分で全体を130℃に昇温して2時間保持してマトリックス樹脂を硬化させ、そのあと室温まで約2℃/分で降温し、全体を成型型から取り外してバッグ材8を取り除いた。硬化物からピールプライを引き剥がすことにより、成型品の表面についていた硬化樹脂及び媒体と多孔シートが取り去られて成型品の表面が現れたが、媒体の接していた面には媒体

の跡である凹凸が見られるのに対して、多孔シートの接していた面は表面平滑性の良い面が得られた。

実施例 4

図 4 の R T M 用成形装置において、その樹脂拡散用の井形の溝 3 0 (幅 1 mm
5 深さ 3 mm の断面矩形の溝でピッチが 8 mm) を加工した成形型を用いて、溝 3
0 にバルブ 9 を介して樹脂ポット 1 2 を接続した。成形面上に多孔シート 2 0
(0.2 mm 厚みのステンレス製パンチングメタルで直径 1 mm の穴が 1.5 mm
ピッチに加工されているもの) を配置し、その上にピールプライ 3 a を、その上に
炭素繊維織物 (東レ (株) 製、T 8 0 0 S の炭素繊維を使用した一方向織物、目
10 付; 190 g/m^2) を 1 2 8 プライ積層した高密度の強化繊維基材 4 を配置し
た。強化繊維基材 4 の上にはピールプライ 3 b を配置し、その上にポリプロピレ
ン製メッシュ材である媒体 5 ((株) 東京ポリマー製、"ネトロン" T S X - 4
0 0 p) を配置し、その上には吸引ゲート 6 d、6 e を置き、真空ポンプ 1 1 に
接続した。全体にバッグ材 8 を二重に被せて周囲をシーラント 7 でシールした。
15 バルブ 9 を閉じ、バッグ材 8 で覆ったキャビティ内を真空ポンプ 1 1 で減圧する
とともに全体をオーブン内で 60°C に加熱して 1 時間保持した。熱硬化性エポキ
シマトリックス樹脂 1 0 (60°C (注入温度) における樹脂粘度が $200 \text{ mPa} \cdot \text{s}$ 、 60°C で 1 時間経過後の樹脂粘度が $300 \text{ mPa} \cdot \text{s}$ のエポキシ樹脂) を
樹脂ポット 1 2 内に收容してバルブ 9 を開放すると、マトリックス樹脂 1 0 が樹
20 脂注入ラインより溝付き成形面に拡散しつつ、炭素繊維織物積層体 4 の厚み方向
に下から上へ含浸された。しかし、該状態を保持した場合、強化繊維基材 4 の厚
さの約 $2/3$ まで含浸した時点で、樹脂の含浸が収束してしまう。

そこで、樹脂が強化繊維基材 4 の厚さの $1/2$ 以上に含浸した時、バルブ 4 1
を閉じ、バルブ 4 2 を開放して、吸引ゲート 6 d を樹脂注入ゲートに切り換えた。
25 ゲート 6 d より注入された樹脂は、拡散媒体 5 内を吸引ゲート 6 e の方向に拡散
するとともに、媒体 5 内を介して樹脂が下方に基材内へと含浸した。やがて、
基材内全てに樹脂が含浸した。そして、バルブ 9、4 2 を閉じて樹脂の供給を中
止した。

約 $2^\circ\text{C}/\text{分}$ で全体を 130°C に昇温して 2 時間保持してマトリックス樹脂を硬

化させ、そのあと室温まで約2℃/分で降温し、全体を成型型から取り外してバッグ材8を取り除いた。硬化物からピールプライを引き剥がすことにより、成型品の表面についていた硬化樹脂及び媒体と多孔シートが取り去られて成型品の表面が現れたが、媒体の接していた面には媒体の跡である凹凸が見られるのに対し

5 て、多孔シートの接していた面は表面平滑性の良い面が得られた。

実施例 5

図5のRTM用成形装置において、成型型1の成形面に通気性基材51として、米国RICHMOND社製の「ピールプライ#60001」を配置し、さらにその上に、離型性がある気体透過性膜50として、米国RICHMOND社製の

10 「T.S.B. system」に使用されている Vapor Permeable Release Film 「E3760」を配置して、周囲すべてを耐熱性のニトフロンテープ52でシールした。気体透過膜50と成型型1で囲まれた脱気空間から成型型1に設けた脱気孔53を通して、真空ポンプ11に接続した。

続いて、気体透過膜50の上に、炭素繊維織物（東レ（株）製、T300の炭素繊維織物を使用した平織物CO6343、目付；200g/m²）を120ply積層した強化繊維基材4（厚み約25mm）を配置した。

15

次に、強化繊維基材4の上にピールプライ3bを配置し、その上にポリプロピレン製メッシュ材である樹脂拡散媒体5（（株）東京ポリマー製、“ネトロン”TSX-400P）を配置し、さらにその上に樹脂注入ゲート6fを配置して、

20 バルブ9を介して、樹脂ポット12と接続した。これら全体にバッグ材8をかぶせて、周囲をシーラント7でシールした。バルブ9を閉じ、バッグ材8で覆ったキャピティ内を真空ポンプ11で吸引・減圧するとともに、全体をオーブン内で70℃に加熱して1時間保持した。熱硬化性エポキシマトリックス樹脂10（70℃（注入温度）における樹脂粘度が130mPa・s、70℃で1時間経過後

25 の樹脂粘度が320mPa・sのエポキシ樹脂）を樹脂ポット内に収容し、バルブ9を開放すると、マトリックス樹脂10が樹脂注入ラインより、媒体5内に拡散しつつ、強化繊維基材4の厚み方向に上から下へ含浸された。この場合、気体透過膜50が存在しないと、強化繊維基材4の下面が成型型1の表面に圧着してしまい、基材下面近傍に存在する気体が抜けきらず、得られた成形体は表面が

「あばた状」になるが、気体透過膜 5 0 を設けたことで成型型 1 と該膜 5 0 との間に脱気空間が形成され、上記気体が強化繊維基材 4 の下面全体から通気性基材 5 1 を介して完全に脱気されるので、基材は厚みが 2.5 mm でありながら未含浸部なく完全に樹脂含浸され、特に表面品位が著しく向上した。樹脂含浸後、所定の樹脂量が注入された段階で、バルブ 9 を閉じて樹脂の供給を止め、約 2℃/分で全体を 130℃に昇温して 2 時間保持し、マトリックス樹脂を硬化させた。その後、室温まで約 2℃/分で降温し、全体を成型型から取り外してバッグ材 8 を取り除いた。硬化した成形品の下面は、気体透過膜 5 0 を引き剥がすことにより、表面平滑性の良い面が得られた。

10 実施例 6

図 6 の R T M 用成形装置において、実施例 5 と同様に、成型型 1 の成形面に通気性基材 5 1 として、米国 R I C H M O N D 社製の「ピールプライ # 6 0 0 0 1」を配置し、さらにその上に、離型性がある気体透過膜 5 0 として、米国 R I C H M O N D 社製の「T.S.B. system」に使用されている Vapor Permeable Release Film 「E3760」を配置して、周囲すべてを耐熱性のニトフロンテープ 5 2 でシールした。気体透過膜 5 0 と成型型 1 で囲まれた脱気空間から成型型 1 に設けた脱気孔 5 3 を通して、真空ポンプ 1 1 に接続した。

続いて、気体透過膜 5 0 の上に、炭素繊維織物（東レ（株）製、T 3 0 0 の炭素繊維織物を使用した平織物 C O 6 3 4 3、目付；200 g/m²）を 120 p l y 積層した強化繊維基材 4 を配置した。その際、強化繊維基材下面の 1 辺にも吸引ゲート 6 a を配置した。

強化繊維基材 4 の上にピールプライ 3 b を配置し、その上にポリプロピレン製メッシュ材である樹脂拡散媒体 5 （（株）東京ポリマー製、“ネトロン” T S X - 4 0 0 P）を配置して、その上には、樹脂注入ゲート 6 g、6 h の 2 本のゲートを配置して、バルブ 9 を介して、樹脂ポット 1 2 と接続した。これら全体にバッグ材 8 をかぶせて、周囲をシーラント 7 でシールした。バルブ 9 を閉じ、バッグ材 8 で覆ったキャビティ内を真空ポンプ 1 1 で吸引・減圧するとともに、全体をオーブン内で 7 0℃に加熱して 1 時間保持した。熱硬化性エポキシマトリックス樹脂 1 0 （70℃（注入温度）における樹脂粘度が 130 m P a · s、70℃

で1時間経過後の樹脂粘土が320 MPa・sのエポキシ樹脂)を樹脂ポット内に収容し、バルブ9を開放すると、マトリックス樹脂10が2本樹脂注入ライン6g、6hより同時に、媒体5内に流れ、面上に拡散しつつ、強化繊維基材4の厚み方向に上から下へ含浸され、約25mmの基材が未含浸部なく完全に樹脂含浸5された。

その際、注入ゲート6g、6hの真下の領域は樹脂が強化繊維基材4の下面まで到達するのが速く、すなわち2本の注入ゲートの中間領域は、樹脂が強化繊維基材の下面まで到達するのが遅かったが、最終的には、気体透過膜50の脱気経路による吸引により完全に樹脂含浸された。

10 樹脂含浸後、所定の樹脂量が注入された段階で、バルブ9を閉じて樹脂の供給を止め、約2℃/分で全体を130℃に昇温して2時間保持し、マトリックス樹脂を硬化させた。吸引ゲート6aからも吸引したことにより、実施例5と比較して、樹脂含浸時間が速かった。

その後、室温まで約2℃/分で降温し、全体を成型型から取り外してバッグ材158を取り除いた。硬化した成形品の下面は、気体透過膜50を引き剥がすことにより、表面平滑性の良い面が得られた。

実施例7

図7および図8のRTM成形装置を用い、縦500mm、横500mmに裁断した炭素繊維織物をステンレス製平板からなる成型型1上にレイアップした。用20いた強化繊維基材形成用の強化繊維材は、東レ(株)製”トレカ”T800Sの一方向織物CZ8431DP(目付:190g/m²)であり、トータルで128plyレイアップした。該強化繊維基材4の上に、ピールプライ3(ナイロン製タフタ)及び樹脂拡散媒体5(ポリプロピレン製メッシュ材)を配設して、基材に対し樹脂注入口6jと吸引口6iを配設して、全体をバッグ材4(ナイロン25製フィルム)を被せて周囲を粘着性の高い合成ゴム製のシーラント5でシールした(なお、この図では省略しているが、二重バッグとした)。

この状態で、バルブA1、A2を閉じ、バルブA3を開いて、真空ライン、真空トラップ13を介して吸引口から吸引し、キャビティ内を0.1MPa以下まで減圧した。その後、電気オープン内に該成型型を設置し、オープン内を60℃

に加温する。強化繊維基材全体が60℃に達した後に、バルブA1を開放して真空圧にて樹脂注入口6jよりマトリックス樹脂10を注入した。樹脂としてはエポキシ樹脂（60℃（注入温度）における樹脂粘度が200mPa・s、60℃で1時間経過後の樹脂粘度が300mPa・s）を使用した。注入された樹脂は
5 流動抵抗の低い樹脂拡散媒体5内を流れながら基材4内に含浸していく。所定の樹脂量の3650cm³を注入した時点で、バルブA1を閉じて樹脂の供給を停止した。この時の強化繊維基材の厚みから推測しうる基材の繊維体積含有率は48%程度であった。

次に、バルブA2を開放して、真空トラップを介して樹脂注入ラインを真空側
10 に開放し、強化繊維基材の端部から強化繊維基材内の余分な樹脂を真空トラップ13に吸引した。その後、樹脂の吸引量が所定量の1150cm³になった時点で、バルブA2、A3を閉じ、樹脂の吸引を停止した。その後、電気オーブン内の温度を130℃まで昇温して、約2時間加熱硬化させた。加熱硬化後、バッグ材等の副資材を取り除き、CFRP（炭素繊維強化プラスチック）成形体を型面
15 上より脱型した。CFRP成形体について、樹脂注入側、吸引側、両者の中間点で繊維体積含有率を測定した結果、57.2%～58.2%の範囲内であった。すなわち、樹脂含浸直後の樹脂吸引前に比べ、繊維体積含有率を目標値の範囲内まで向上させることができた。

実施例 8

20 上記において、樹脂の流路として井形の溝30（幅1mm、深さ4mm、ピッチ15mm）を加工したステンレス製の成形型1上に、ピールプライ3を介して縦500mm、横500mmに裁断した炭素繊維織物4をレイアップした。用いた炭素繊維織物4は、東レ（株）製”トレカ”T800Sの一方向織物CZ8431DP（目付：190g/m²）であり、トータルで128plyレイアップ
25 した。この基材の上に、ピールプライ3を介して通気性材料23（ポリエステル製不織布）を配設し、その上に吸引口6iを配設した。また、成形型1に形成された樹脂流路用溝30の上に樹脂注入口6jを配設して、全体にバッグ材8（ナイロン製フィルム）を二重に被せて周囲を粘着性の高い合成ゴム製のシーラント7でシールした。

この状態でバルブA 1、A 2を閉じ、バルブA 3を開いて、真空ライン、真空
トラップ1 3を介して吸引口6 iから吸引し、キャピティ内を0. 1 MP a以下
まで減圧した。その後、電気オープン内に成形型を設置し、オープン内を6 0℃
に加温した。強化繊維基材全体が6 0℃に達した後、バルブA 1を開放して真空
5 圧にて樹脂注入口6 jよりマトリックス樹脂1 0を注入した。樹脂には実施例1
のエポキシ樹脂を使用した。注入された樹脂は樹脂拡散用型溝内に拡散して、溝
内の樹脂が基材内に含浸していった。樹脂が強化繊維基材全体に含浸した後の板
厚を測定した結果、2 8. 1 mmであり、繊維体積含有率は4 8%であった。

次に、バルブA 1を閉じ、バルブA 2を開放し、吸引口6 iと樹脂注入口6 j
10 を介して、強化繊維基材内の余分な樹脂を真空トラップ1 3に吸引した。本実施
例の場合、CFRP成形体の目標繊維体積含有率を5 5～6 0%とした。成形体
の厚み方向の硬化収縮が約1. 2%であることが、事前の実験結果で得られてい
たので、板厚が2 3. 8 mmとなった時に、A 2とA 3を閉じ、樹脂の吸引を停
止した。その後、炉の温度を1 3 0℃まで昇温して、約2時間、加熱硬化させた。
15 加熱硬化後、バッグ材等の副資材を取り除き、CFRP成形体を型面上より取り
出した結果、上記目標とする繊維体積含有率内の5 7. 1～5 9. 3%（板厚2
3. 5 mm）のCFRP成形体を得ることができた。

実施例 9

本発明を厚い平板の成形に適用した。図9の製造装置において、まず縦3 0 0
20 mm、横3 0 0 mmに裁断した炭素繊維織物4（強化繊維材）を1 2 8 p l y s
テンレス製平板の成形型1上にレイアップして、トータル厚みが約2 5 mmの強
化繊維材積層体4 Aを形成した。ここで用いた強化繊維材は、東レ（株）製”ト
レカ”T 8 0 0 Sの一方向織物C Z 8 4 3 1 D P（目付：1 9 0 g/m²）であ
る。さらに強化繊維材積層体4 Aの上にピールプライ3（ナイロン製タフタ）を
25 配置し、積層体4 Aの両端面4 a、4 bに対し樹脂拡散媒体5（ポリプロピレン
製メッシュ材）を配設し、積層体4 Aの両端に連通するように樹脂注入口6 mと
吸引口6 kを配設し、全体にバッグ材8（ナイロン製フィルム）を被せて周囲を
粘着性の高い合成ゴム製のシーラント7でシールした（なお、この図では省略し
ているが、二重バッグとした）。

そして、バルブA 1を閉状態にし、バルブB 1を開放し、吸引ラインを連通した真空トラップ1 3を介して吸引口6 kを真空開放して、キャビティ内を0. 1 MP a以下まで減圧した。

その後、電気オープン内に該成型型を設置し、オープン内を6 0℃に加温した。

- 5 強化繊維材積層体4 A全体が6 0℃に達した後に、バルブA 1を開放して0. 0 8~0. 1 MP aの減圧雰囲気下にて樹脂注入口6 mよりマトリックス樹脂1 0を注入した。注入樹脂にはエポキシ樹脂（6 0℃（注入温度）における樹脂粘度が2 0 0 m P a · s、6 0℃で1時間経過後の樹脂粘度が3 0 0 m P a · s）を用いた。注入された樹脂は、まず流動抵抗の低い樹脂拡散媒体5内を流れ、強化
10 繊維材積層体4 Aの端部に到達した時点で、そこからは主として積層体4 A内を積層体4 Aの積層面に沿う方向に流れ、しかる後に積層体4 Aの厚み方向に含浸していったことが透明のバッグ材8の上から確認された。

所定の樹脂量を注入した時点で、バルブA 1を閉じて樹脂の供給を中止した。

- その後、電気オープン内の温度を1 3 0℃まで昇温して、約2時間加熱硬化させ
15 た。加熱硬化後、バッグ材8等の副資材を取り除き、CFRP成形体を型面上より脱型した。その結果、CFRP成形体については厚みが2 5 mmと比較的肉厚であるにも拘わらず、完全に樹脂含浸していた。また、成形体の表面性状は平滑であった。

実施例1 0

- 20 本発明をスキーンストリンガー一体構造体の成形に適用した。図1 0の製造装置において、まず成型型1の上に幅5 0 0 mm、長さ5 0 0 mmに裁断した炭素繊維織物4（強化繊維材）をレイアップし、強化繊維材積層体4 Bを形成した。ここで用いている各強化繊維材4は、東レ（株）製”トレカ”T 8 0 0 Sの一方
向織物（目付：1 9 0 g / m²）であり、トータルで1 2 8 p l y積層した（以
25 後これをスキン材構成用強化繊維材積層体4 Bと呼ぶ。）次に幅9 8 mm、長さ5 0 0 mmに裁断した炭素繊維織物4を、C形状に固定するための治具1 4を用いて3 2 p l y賦形した。該炭素繊維織物4の積層体をさらにもう一組用意し、2つを、両側に治具1 4が配置されるよう、背中合わせに対称になるように配置し、I形の強化繊維材積層体を形成して、既にレイアップされているスキン材構

成用強化繊維材積層体 4 B の上に置いた。そして、その I 形の強化繊維材積層体の上に幅 66 mm、長さ 500 mm に裁断した炭素繊維織物 4 を 32ply レイアップした（以後、このスキン材構成用強化繊維材積層体 4 B の上に置いた強化繊維材積層体をストリンガー構成用強化繊維材積層体 4 C と呼ぶ。

- 5 次にこれら強化繊維材積層体の上に、ピールブライ 3（ナイロン製タフタ）、樹脂拡散媒体 5（ポリプロピレン製メッシュ材）、樹脂注入口 6 m、6 n と吸引口 6 k、6 l を図 10 に示すように配置した。そして全体にバッグ材 8（ナイロン製フィルム）を二重に被せて周囲を粘着性の高い合成ゴム製のシーラント 5 でシールした。吸引については、バルブ A 4、A 5 を閉状態にして、バルブ B 1、
- 10 B 2 を開放し、真空ラインを連通した真空トラップ 13 を介して吸引口 6 k、6 l を開放して、キャビティ内を 0.1 MPa 以下まで減圧した。

- バギングおよび減圧終了後、電気オープン内に該成形型を設置し、オープン内を 70℃ に昇温した。強化繊維材積層体全体が 70℃ に達した時点で、バルブ A 4、A 5 を開放して減圧状態にて樹脂注入口 6 m、6 n よりマトリックス樹脂 1
- 15 0 を注入した。樹脂にはエポキシ樹脂（70℃（注入温度）における樹脂粘度が 130 mPa・s、70℃で1時間経過後の樹脂粘度が 320 mPa・s）を用いた。注入された樹脂は流動抵抗の低い樹脂拡散媒体内を流れ、基材内に含浸していった。スキン材構成用強化繊維材積層体 4 B に対しては厚み方向に含浸していったが、ストリンガー構成用強化繊維材積層体 4 C に対しては、I 形強化繊維
- 20 材積層体の下部側端面から該積層体の層間方向に流れ、主として I 形強化繊維材積層体中に浸透した後各強化繊維材の厚み方向（つまり、I 形強化繊維材積層体の厚み方向）に含浸していった。所定の樹脂量を注入した時点で、バルブ A 4、A 5 を閉じて樹脂の供給を中止した。その後、炉の温度を 130℃ まで昇温して、約 2 時間で加熱硬化させた。加熱硬化後、バッグ材 8 等の副資材を取り除き、C
- 25 FRP 成形体を型面上より脱型した。得られた CFRP 成形体については、とくにストリンガー一部の隅々まで完全に樹脂含浸していた。また、ストリンガー一部の表面性状は平滑であった。

実施例 11

本発明を段付きパネルの成形に適用した。図 11 の製造装置において、縦 50

0 mm、横 500 mm に裁断した炭素繊維織物 4（東レ（株）製”トレカ” T300 の平織物 CO6343（目付：190 g/m²））を 24 ply、アルミニウム製平板の成形型 1 上にレイアップして、厚板部にはその上にさらに縦 150 mm、横 500 mm に裁断した該炭素繊維織物を 56 ply レイアップして強化繊維材積層体 4D を形成した。図 11 に示すように、強化繊維材積層体全体の上に、ピールブライ 3（ナイロン製タフタ）を配置し、樹脂拡散媒体 5（ポリプロピレン製メッシュ材）を強化繊維材積層体 4D の一方の端面まで延びるように配置し、樹脂注入口 6o、真空吸引口 6a、6b を図 11 のように配設して、全体にバッグ材 8（ナイロン製フィルム）を二重に被せて、周囲を粘着性の高い合成ゴム製のシーラント 5 でシールした。バルブ A1、A2 を閉にした状態でバルブ B1、B2 を開放し、真空トラップ 13 を介した真空ラインを通して、真空ポンプ 11 でキャビティ内を 0.1 MPa 以下まで減圧した。

その後、電気オープン内に成形型を設置し、オープン内を 70℃ に加温した。強化繊維材積層体全体が 70℃ に達した後に、バルブ A1 を開放し、減圧状態で樹脂注入口 6o よりマトリックス樹脂 10（エポキシ樹脂（70℃（注入温度）における樹脂粘度が 130 mPa・s、70℃ で 1 時間経過後の樹脂粘度が 320 mPa・s））を注入した。注入された樹脂は流動抵抗の低い樹脂拡散媒体 5 内を流れ薄板部を積層方向に浸透して含浸されていたが、厚板部については、積層方向と垂直な面方向に配設された樹脂拡散媒体部分を介して、樹脂は積層体の層間方法に浸透していき、次いで積層体の厚み方向に含浸されていた。吸引口 6b から樹脂流出が見られた時点でバルブ B2 を閉に、バルブ A2 を開放して樹脂注入を行った。次に吸引口 6a から樹脂流出があった時点でバルブ A1、A2 を閉にして樹脂注入を停止し、電気オープン内を 130℃ まで昇温して、そのままの温度で約 2 時間保ち硬化させた。加熱硬化後、バッグ材 8 等の副材を取り除き、CFRP 成形体を型面上より脱型した。得られた CFRP 成形体については、薄板部、厚板部の全てについて樹脂が完全に含浸しており、その厚板部表面性状も平滑であった。

産業上の利用可能性

本発明の RTM 成形方法は、とくに厚物の FRP 構造体の成形に好適なもので

あり、本発明によれば、表面品質の向上により、優れた意匠性を有する、或いは、繊維体積含有率の向上により、優れた軽量性、強度を有するFRP構造体を成形することができる。

5

10

15

20

25

請求の範囲

1. 成型型内に強化繊維基材を配置するとともに、該強化繊維基材の両面上に樹脂流動抵抗が前記強化繊維基材よりも低い樹脂拡散媒体を配置し、前記成型型内を吸引により減圧した後、該成型型内に前記樹脂拡散媒体を介して樹脂を注入し、
- 5 注入した樹脂を前記強化繊維基材中に含浸させる R T M 成形方法において、前記強化繊維基材の第 1 の面上に配置される第 1 の樹脂拡散媒体の樹脂流動抵抗を、第 2 の面上に配置される第 2 の樹脂拡散媒体の樹脂流動抵抗よりも低く設定し、前記第 1 の樹脂拡散媒体に樹脂を注入しつつ前記第 2 の樹脂拡散媒体を介して吸引することにより、前記強化繊維基材中に樹脂を含浸させることを特徴とする R
- 10 T M 成形方法。
2. 前記強化繊維基材が強化繊維材の積層体からなる、請求項 1 に記載の R T M 成形方法。
- 15 3. 前記第 1 の樹脂拡散媒体の樹脂流動抵抗を前記強化繊維基材の樹脂流動抵抗の $1/3$ 以下とする、請求項 1 または 2 に記載の R T M 成形方法。
4. 前記第 1 の樹脂拡散媒体の樹脂流動抵抗を前記強化繊維基材の樹脂流動抵抗の $1/10$ 以下とする、請求項 3 に記載の R T M 成形方法。
- 20 5. 少なくとも一方の樹脂拡散媒体と前記強化繊維基材との間に、成形後に樹脂拡散媒体と一体的に剥離可能なピールプライを介装する、請求項 1 ～ 4 のいずれかに記載の R T M 成形方法。
- 25 6. 少なくとも一方の樹脂拡散媒体と前記強化繊維基材との間に多孔性シートを介装する、請求項 1 ～ 5 のいずれかに記載の R T M 成形方法。
7. 少なくとも一方の樹脂拡散媒体を、成型型の内面に樹脂流路としての溝を設けることにより構成する、請求項 1 ～ 6 のいずれかに記載の R T M 成形方法。

8. 樹脂が前記第2の面に到達する前に、前記第2の樹脂拡散媒体からも樹脂の注入を開始する、請求項1～7のいずれかに記載のRTM成形方法。

5 9. 成形品を脱型後、少なくとも一方の樹脂拡散媒体を成形品から剥離せずに成形品内に残存させる、請求項1～8のいずれかに記載のRTM成形方法。

10 10. 前記第1の樹脂拡散媒体の上部に、少なくとも2カ所以上の樹脂注入ゲートを配置するとともに、樹脂注入に際して、少なくとも隣り合う樹脂注入ゲートの2カ所から、または、全ての樹脂注入ゲートから、同時に樹脂注入することを特徴とする、請求項1～9のいずれかに記載のRTM成形方法。

15 11. 成形型内に強化繊維基材を配置するとともに、該強化繊維基材の、成形型と反対側の面に、樹脂流動抵抗が前記基材よりも低い樹脂拡散媒体を配置するとともに、該強化繊維基材と成形型との間に、気体透過膜と通気性基材からなる脱気媒体を設け、前記成形型内を吸引により減圧した後、該成形型内に前記樹脂拡散媒体を介して樹脂を注入し、注入した樹脂を、前記気体透過膜と成形型との間に形成された脱気空間から吸引することにより、前記強化繊維基材内に樹脂を含浸させることを特徴とするRTM成形方法。

20

12. 前記強化樹脂基材が強化繊維材の積層体からなる、請求項11に記載のRTM成形方法。

25 13. 前記気体透過膜が、成形後に、成形品から剥離可能な離型性を有することを特徴とする、請求項11または12に記載のRTM成形方法。

14. 前記樹脂拡散媒体の上部に、少なくとも2カ所以上の樹脂注入ゲートを配置するとともに、樹脂注入に際して、少なくとも隣り合う樹脂注入ゲートの2カ所から、または、全ての樹脂注入ゲートから、同時に樹脂注入することを特徴と

する、請求項 11～13 のいずれかに記載の R T M 成形方法。

15 15. 前記気体透過膜と成形型間に形成された脱気空間からの吸引経路に加えて、成形型内に少なくとも 1 つの別の吸引経路を設けることを特徴とする、請求項 1

5 1～14 のいずれかに記載の R T M 成形方法。

16. 成形型内に強化繊維基材を配置し、該成形型内に連通する樹脂注入ラインと吸引ラインを設け、該成形型内を吸引により減圧するとともに、樹脂を成形型内に注入し強化繊維基材に含浸させて F R P 成形体を成形する R T M 成形方法において、F R P 成形体の目標繊維体積含有率よりも低い繊維体積含有率となるように樹脂を強化繊維基材に含浸させた後樹脂の注入を停止し、しかる後に目標繊維体積含有率になるまで樹脂の吸引を継続することを特徴とする R T M 成形方法。

17. 前記強化繊維基材が、該強化繊維基材の高体積に対する強化繊維の体積の割合である繊維体積含有率が前記目標繊維体積含有率よりも低いブリフォームに形成されていることを特徴とする、請求項 16 に記載の R T M 成形方法。

18. 樹脂の注入を停止した後、樹脂注入ラインの少なくとも 1 ラインを吸引ラインに変更して前記目標繊維体積含有率になるまで樹脂の吸引を継続する、請求項 16 または 17 に記載の R T M 成形方法。

19. 前記目標繊維体積含有率が 55～65% の範囲内にある、請求項 16～18 のいずれかに記載の R T M 成形方法。

20 20. 前記目標繊維体積含有率よりも低い繊維体積含有率が 45～60% の範囲内にある、請求項 16～19 のいずれかに記載の R T M 成形方法。

21. 前記目標繊維体積含有率よりも低い繊維体積含有率が 45～55% の範囲内にある、請求項 20 に記載の R T M 成形方法。

22. 前記目標繊維体積含有率への到達を強化繊維基材の厚みの測定により判定する、請求項16～21のいずれかに記載のRTM成形方法。

- 5 23. 前記目標繊維体積含有率よりも低い繊維体積含有率に相当する樹脂の注入量をあらかじめ設定し、該設定注入量になった時点で樹脂の注入を停止する、請求項16～22のいずれかに記載のRTM成形方法。

- 10 24. 樹脂注入量に対し前記目標繊維体積含有率に到達するための吸引量をあらかじめ設定し、該設定吸引量になった時点で樹脂の吸引を停止する、請求項16～23のいずれかに記載のRTM成形方法。

- 15 25. 強化繊維基材の少なくとも1層が炭素繊維層からなる、請求項16～24のいずれかに記載のRTM成形方法。

26. 前記炭素繊維層が織物に形成されている、請求項25に記載のRTM成形方法。

- 20 27. 前記織物が一方向織物からなる、請求項26に記載のRTM成形方法。

28. 成型型内に強化繊維材を複数層積層して強化繊維材積層体を形成し、成型型内を吸引により減圧しつつ、前記強化繊維材積層体の端面から積層面に沿う方向に樹脂を注入することにより、該強化繊維材積層体内に樹脂を含浸させることを特徴とするRTM成形方法。

- 25 29. 前記強化繊維材積層体の端面から、主として各強化繊維材の層間に樹脂を注入し、注入した樹脂を各強化繊維材内に含浸させる、請求項28に記載のRTM成形方法。

30. 前記強化繊維材積層体の延べ長さが600mm以下である、請求項28または29に記載のRTM成形方法。

31. 樹脂の注入温度での樹脂粘度が、樹脂含浸開始時から1時間経過するまでの間、10～1500mPa・sの範囲内に維持されている、請求項28～30のいずれかに記載のRTM成形方法。

32. 前記強化繊維材積層体の断面形状が、角形、C形、I形、L形、Z形、T形、J形、またはハット形である、請求項28～31のいずれかに記載のRTM成形方法。

33. 前記強化繊維材積層体は、断面形状が角形、C形、I形、L形、Z形、T形、J形、またはハット形からなるストリンガー構成用部分と、スキン材構成用部分とからなる、請求項28～32のいずれかに記載のRTM成形方法。

34. 前記ストリンガー構成用部分の積層体端面から主として各強化繊維材の層間に樹脂を注入した後に、ストリンガー構成用部分全体に樹脂を含浸させる、請求項33に記載のRTM成形方法。

35. 前記スキン材構成用部分に対しては、樹脂を、樹脂拡散媒体を介して該スキン材構成用部分の表面に沿う方向に拡散させつつ厚み方向に含浸させ、スキン材とストリンガー材から構成される補強パネルを一体的に成形する、請求項34に記載のRTM成形方法。

36. 前記強化繊維材積層体の端面に、さらに樹脂拡散媒体、または樹脂流路溝を設けた上型を配置する、請求項28～35のいずれかに記載のRTM成形方法。

FIG. 1

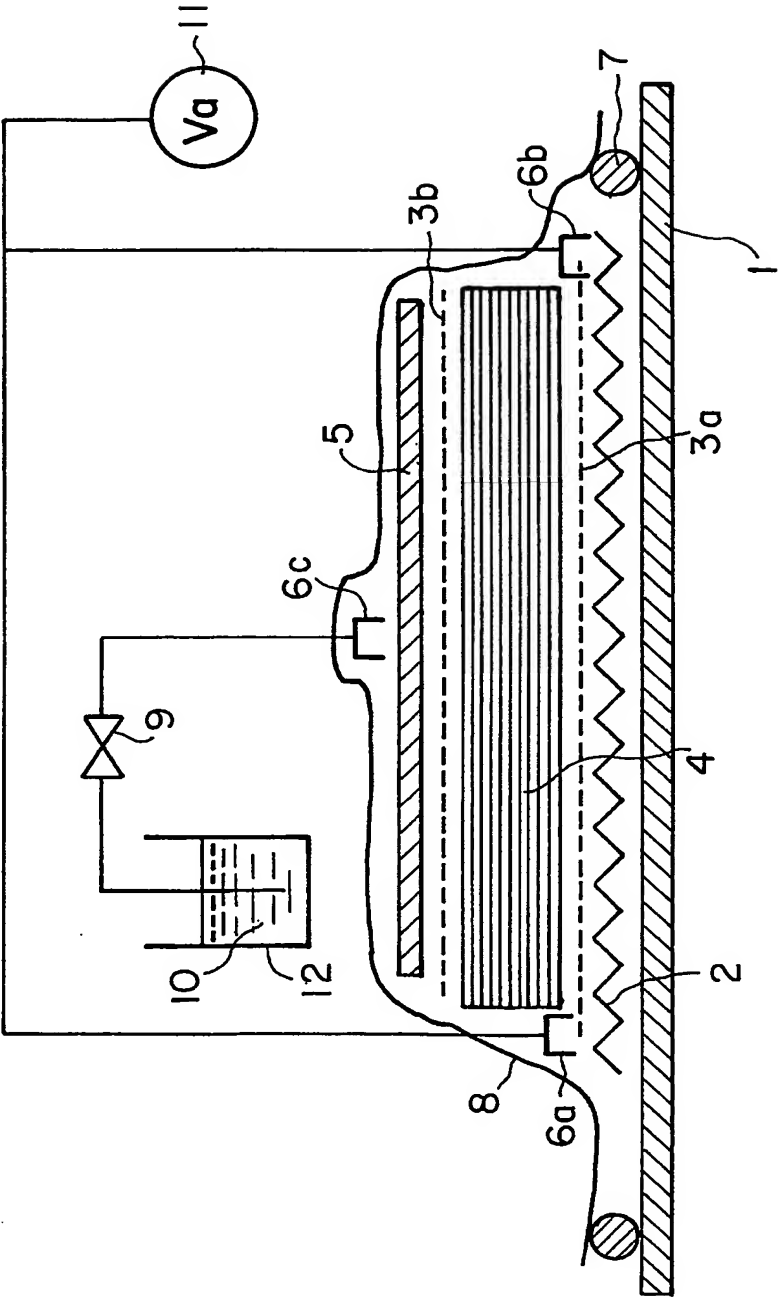


FIG. 2

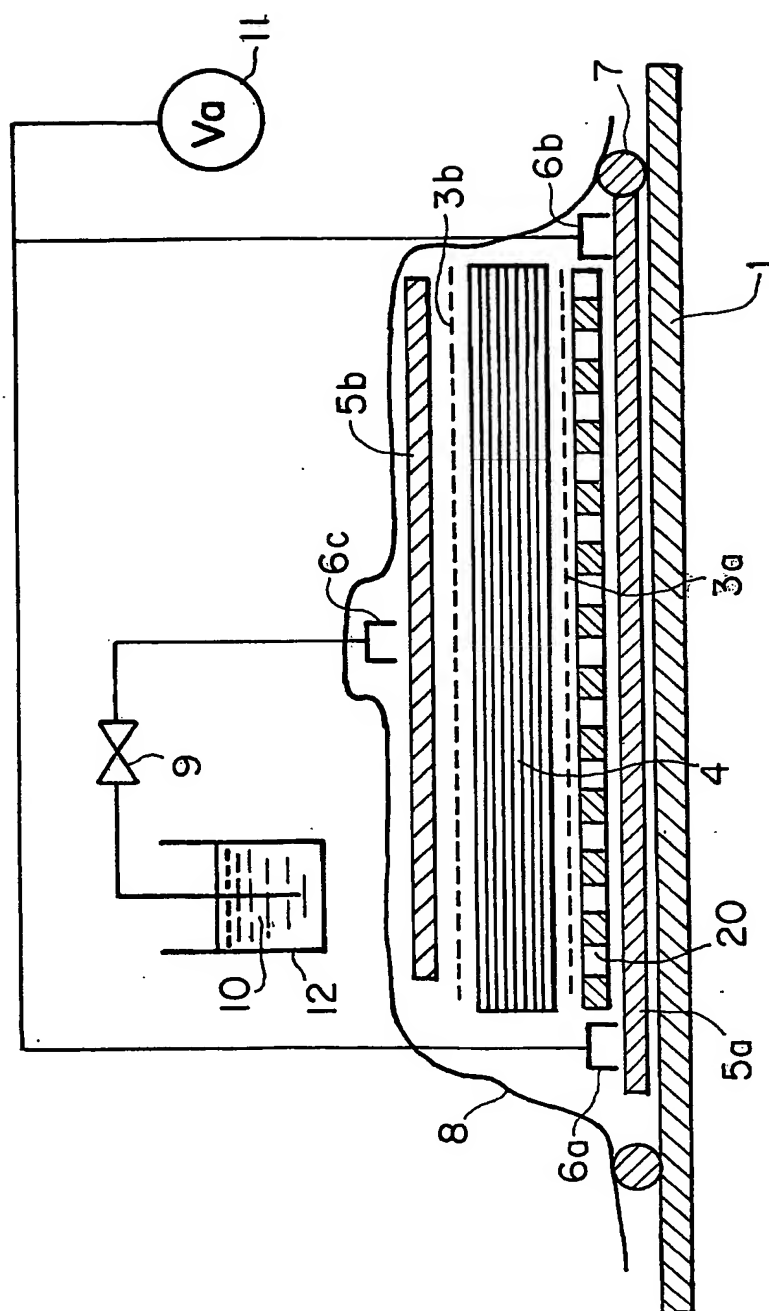


FIG. 3

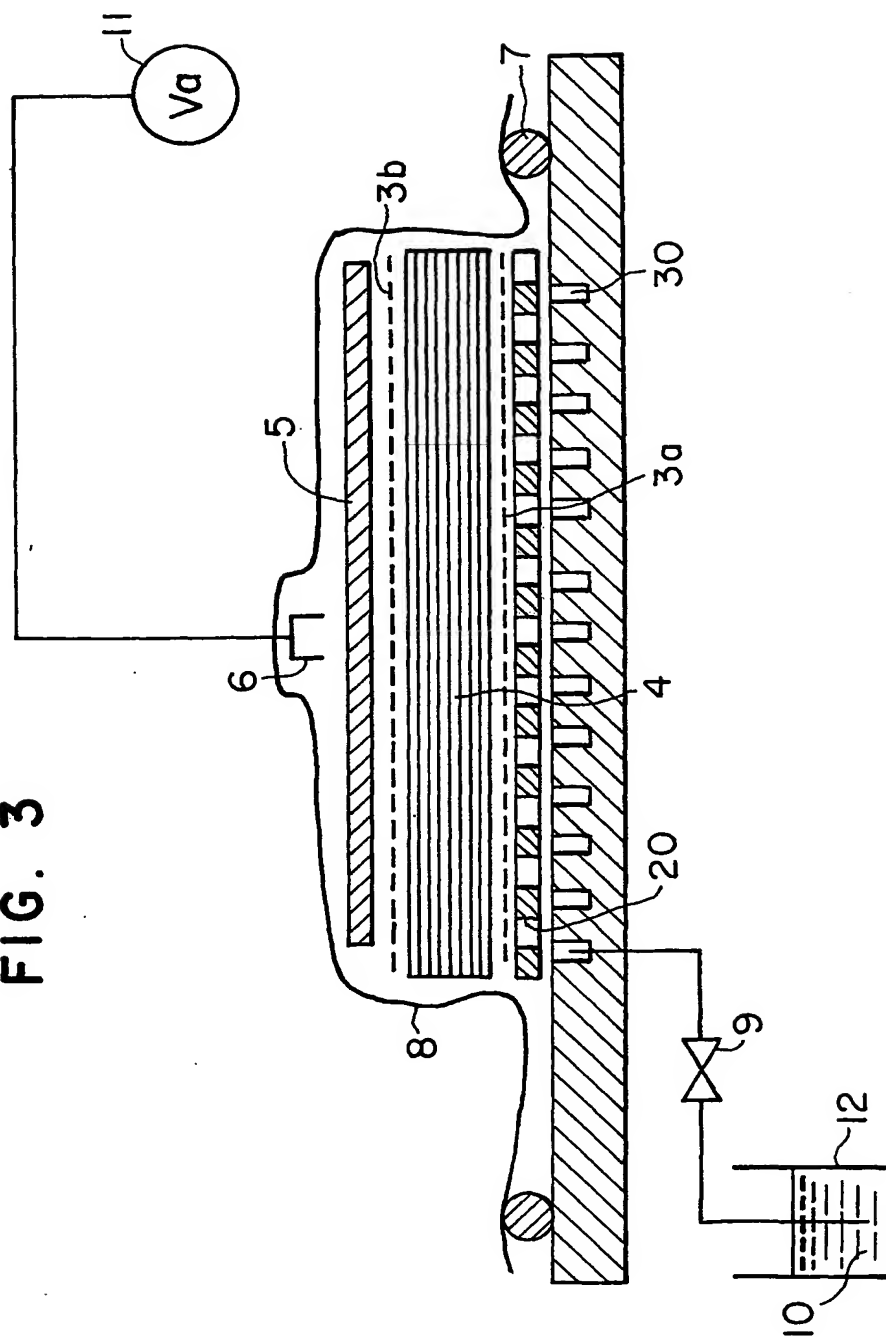


FIG. 4

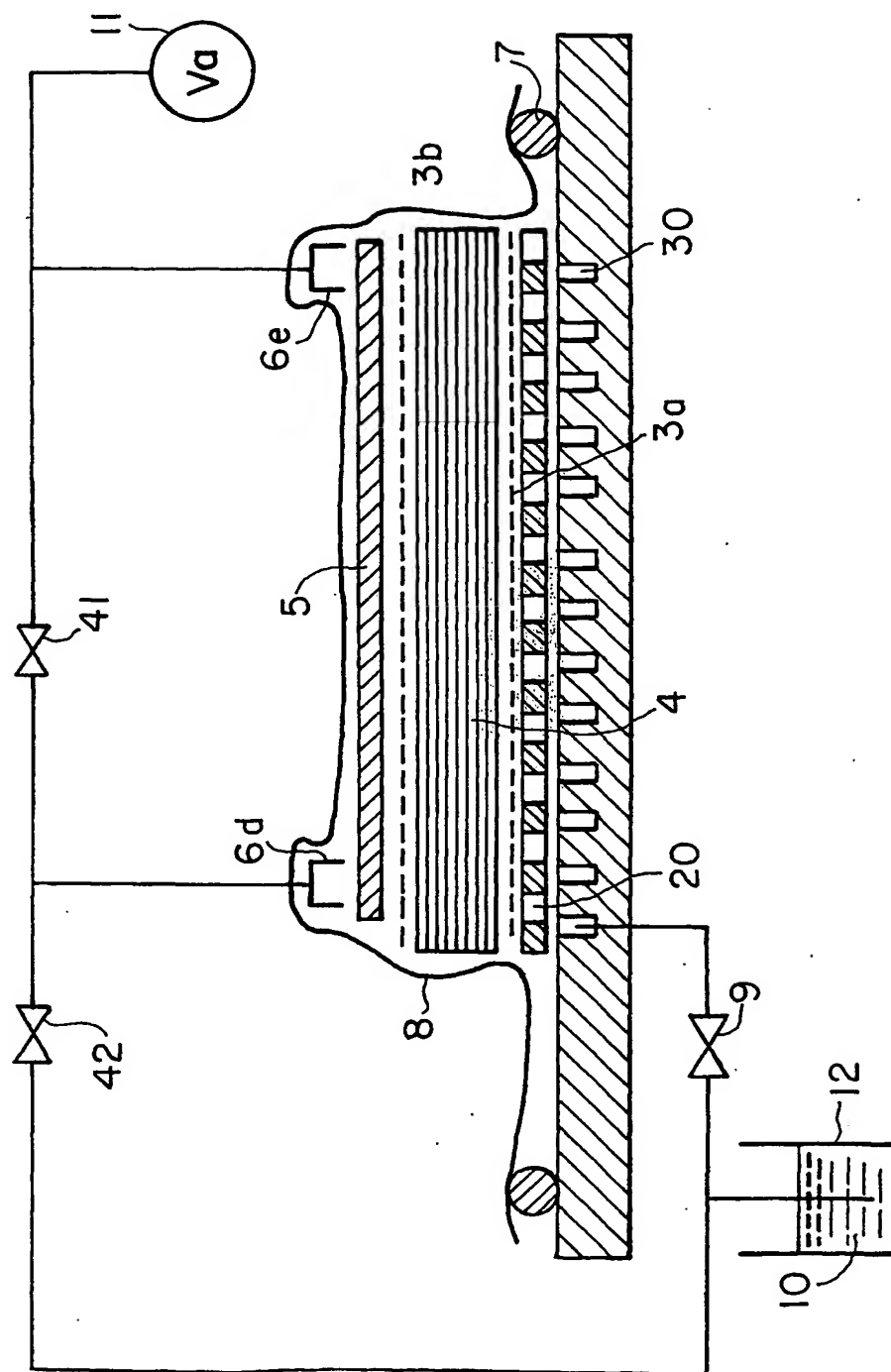
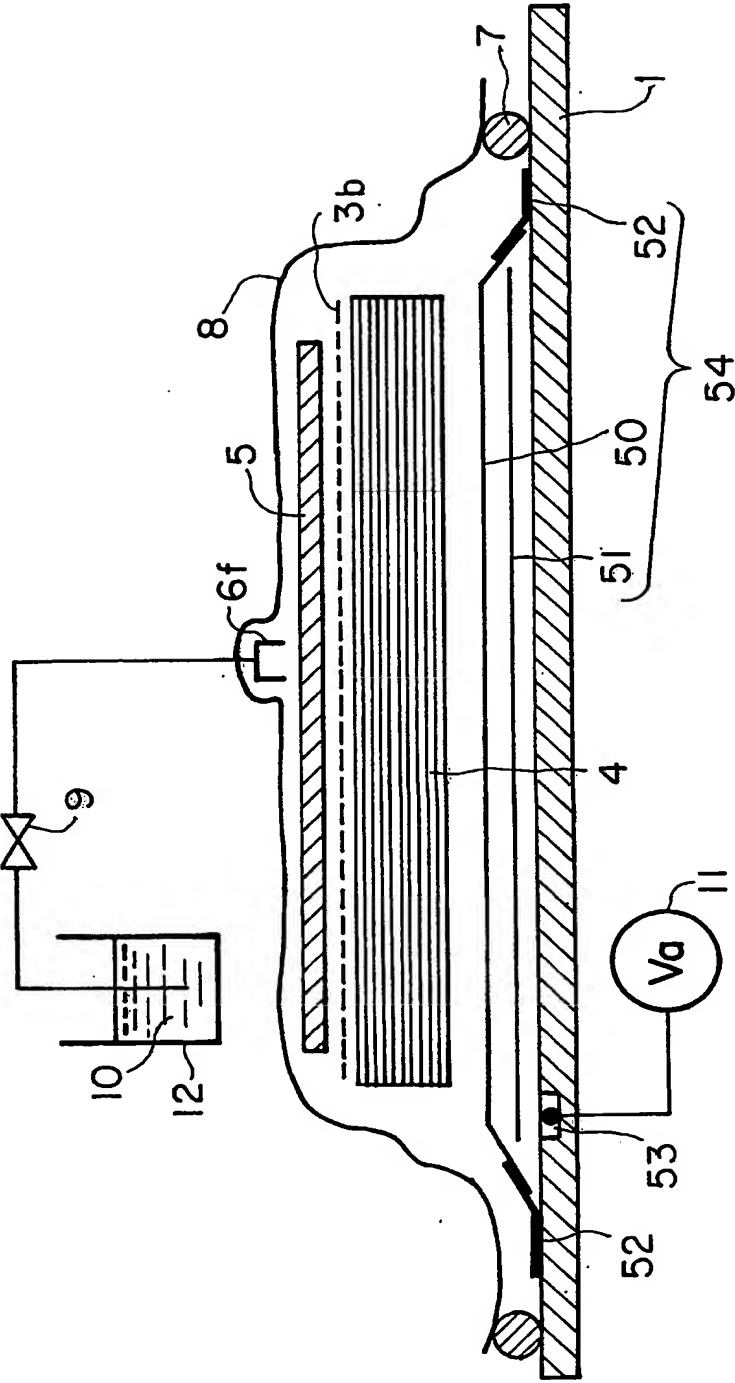


FIG. 5



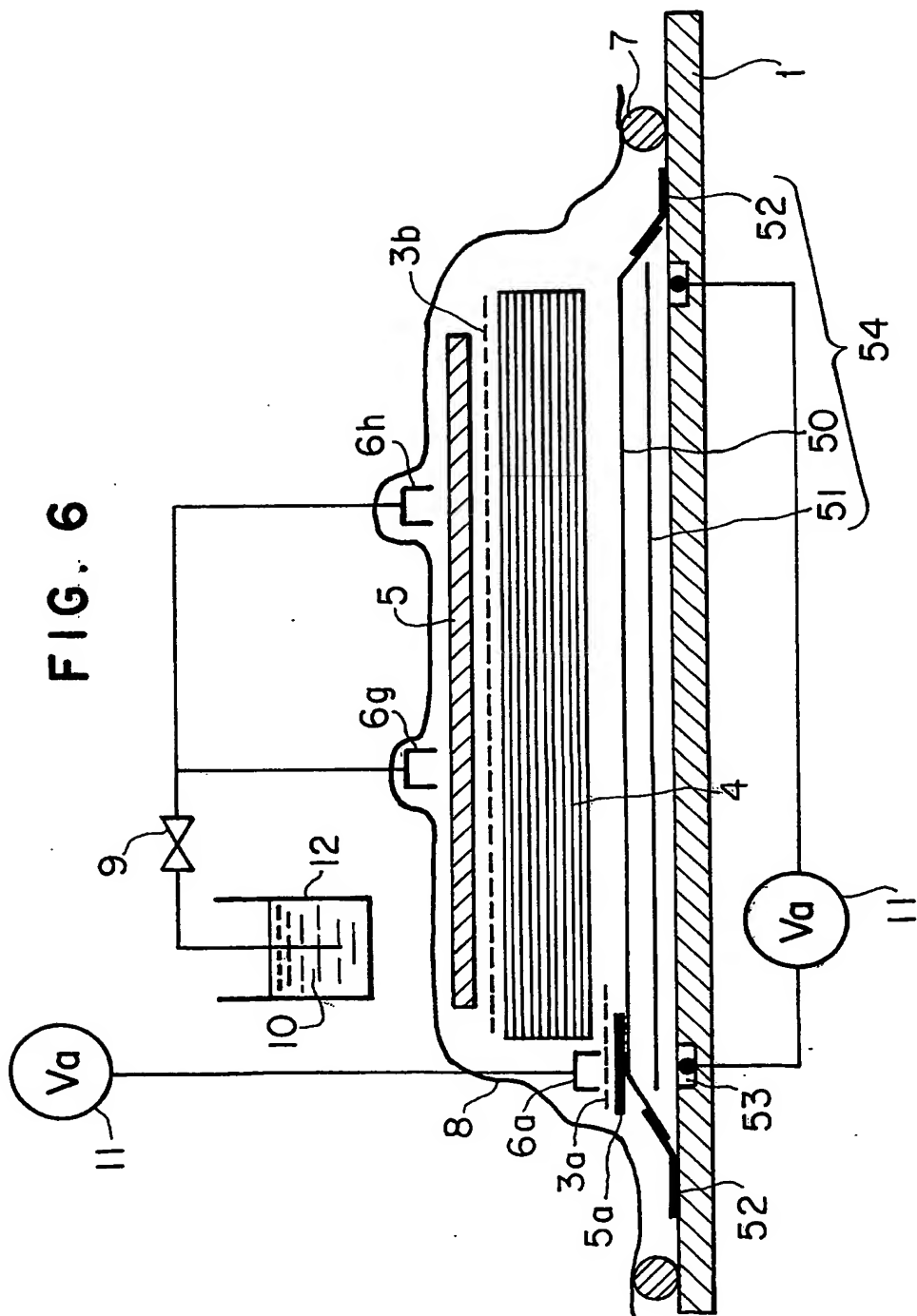


FIG. 7

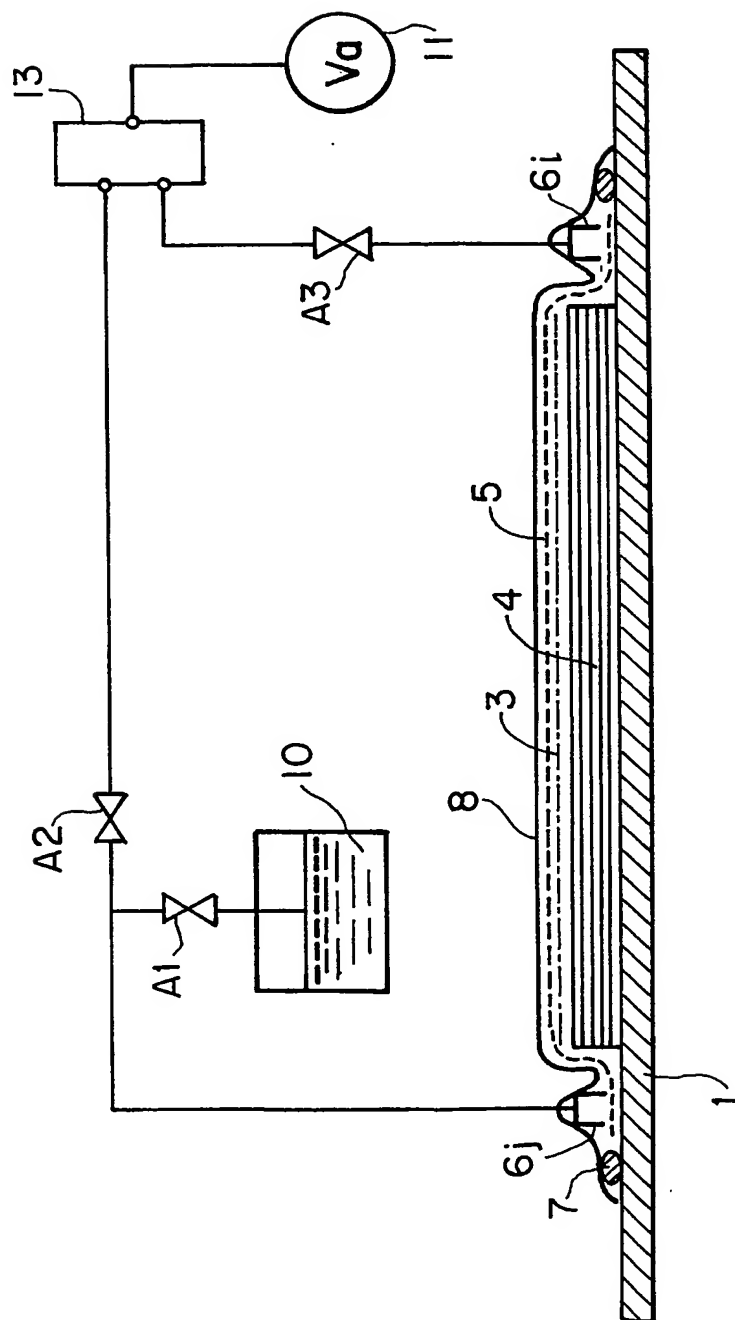


FIG. 8

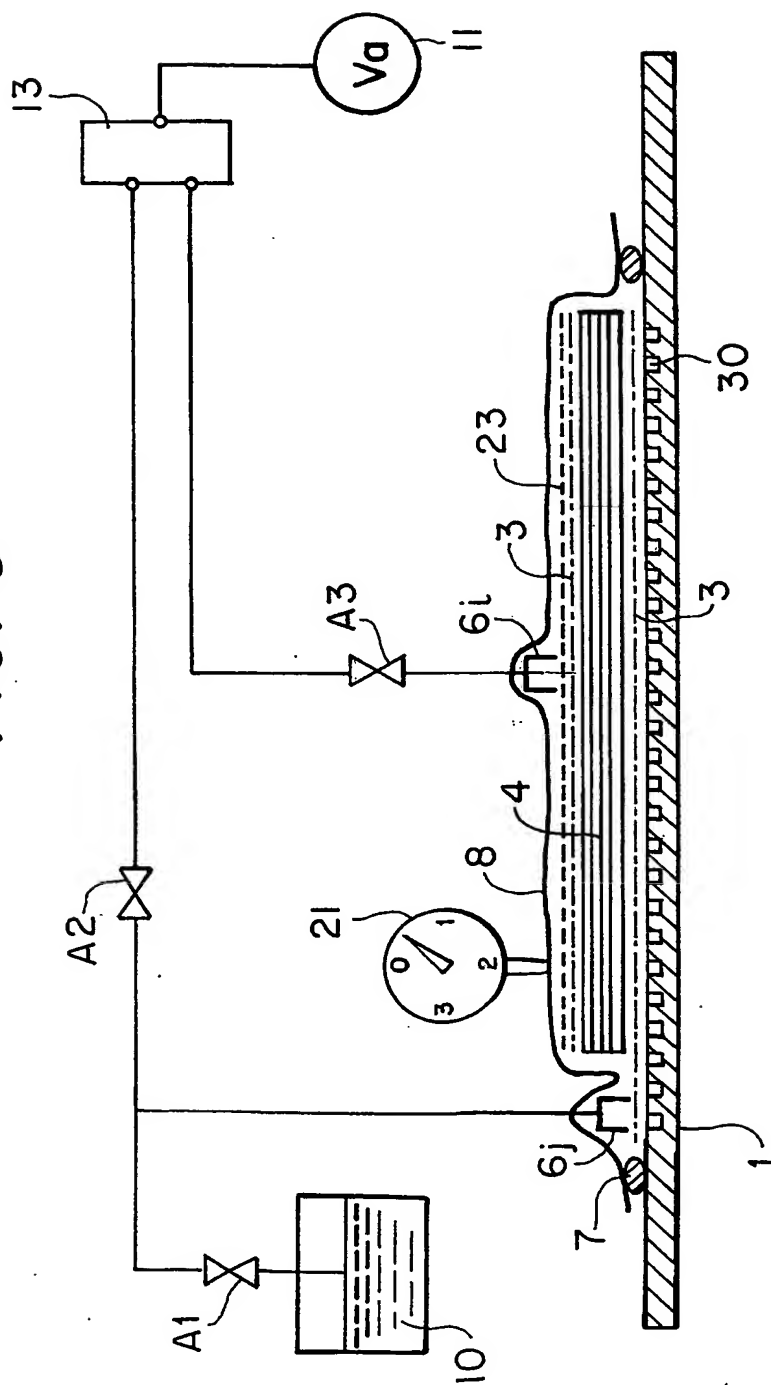


FIG. 9

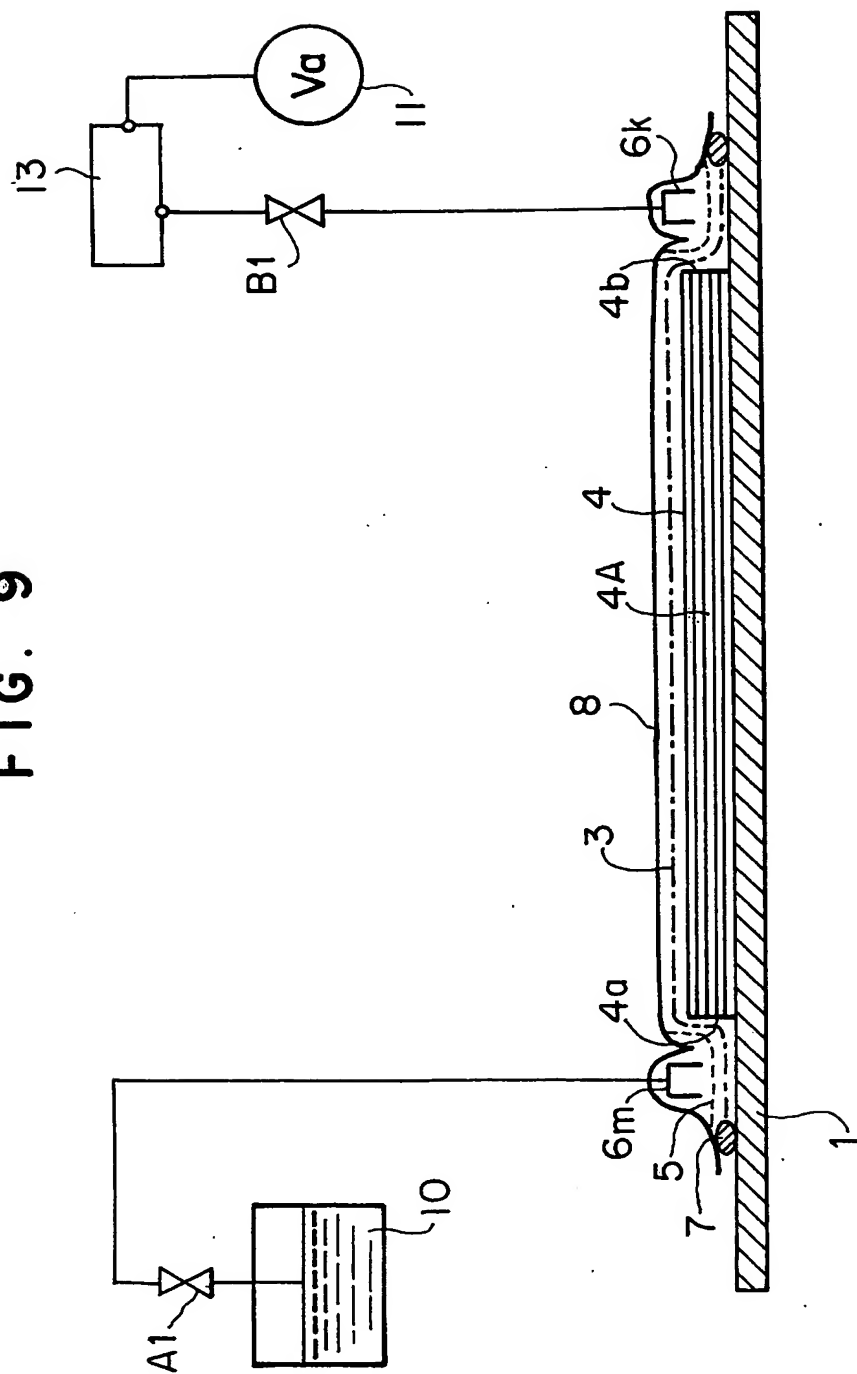


FIG. 10

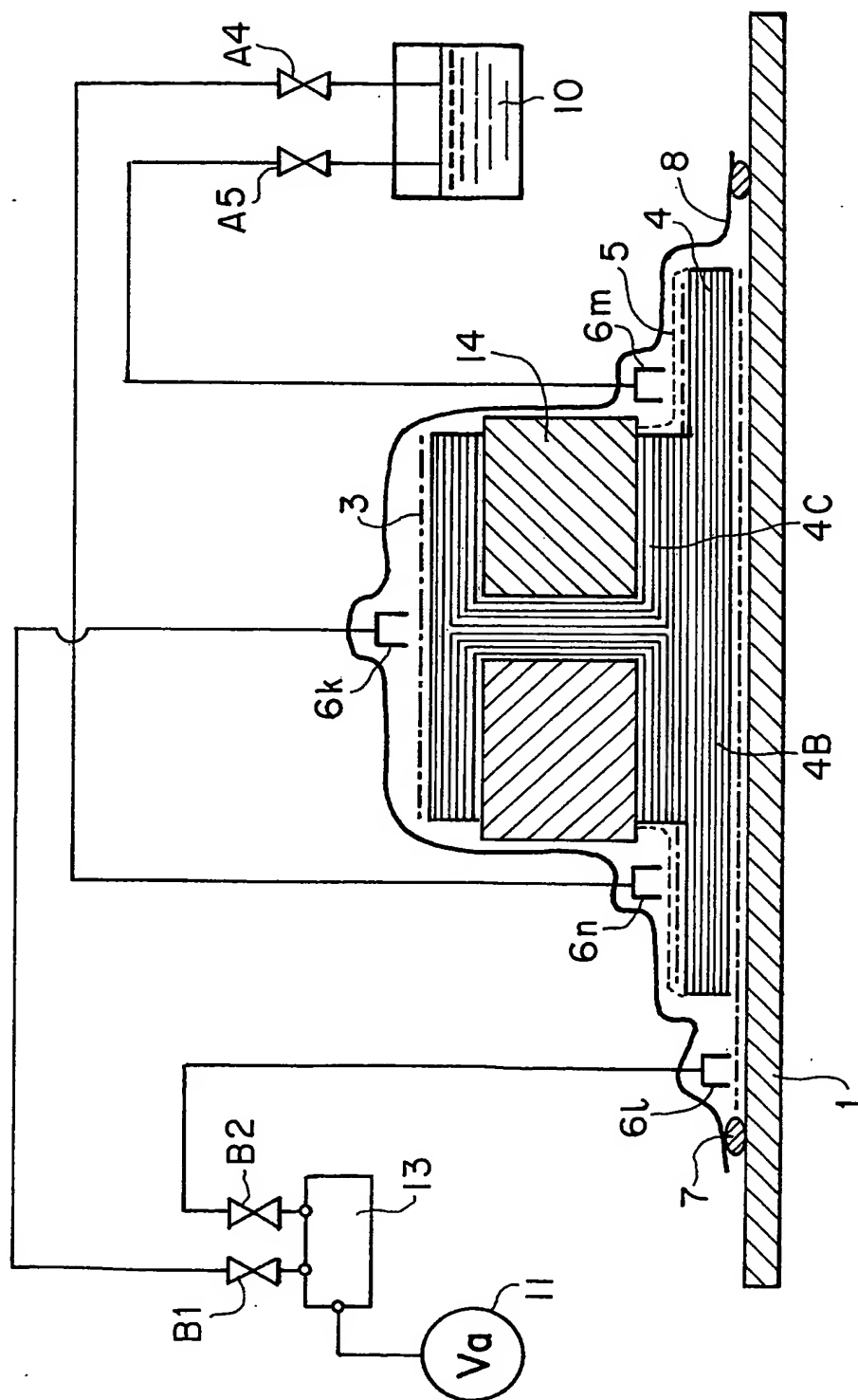
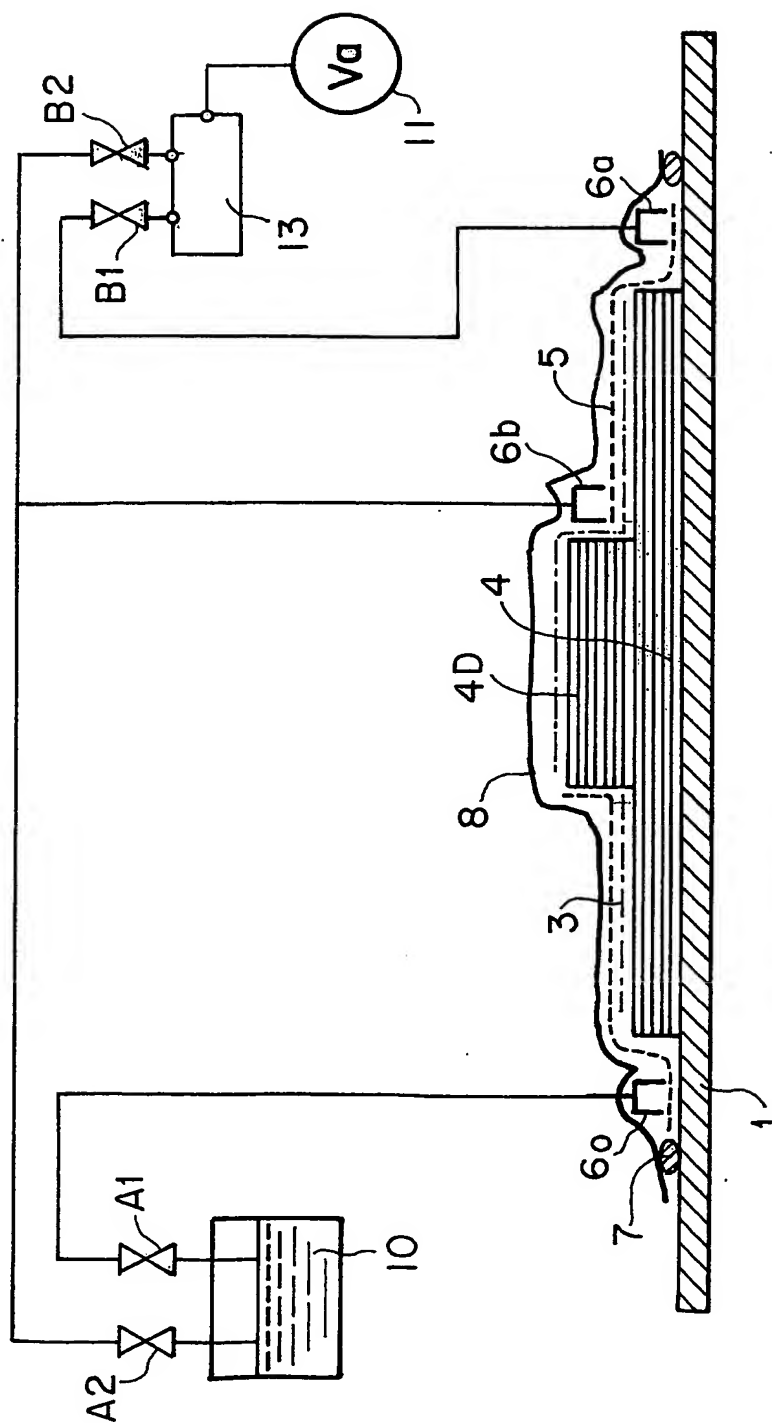


Fig. 11



PATENT COOPERATION TREATY

PCT

NOTIFICATION OF RECEIPT OF RECORD COPY

(PCT Rule 24.2(a))

From the INTERNATIONAL BUREAU

To:

BAN, Toshimitsu
Ban & Associates
Shinko Bldg., 1-9, Nishishinjuku 8-
chome
Shinjuku-ku, Tokyo 160-0023
Japan

Date of mailing (day/month/year) 10 November 2003 (10.11.03)	IMPORTANT NOTIFICATION
Applicant's or agent's file reference PCT203-24	International application No. PCT/JP03/12947

The applicant is hereby **notified** that the International Bureau has received the record copy of the international application as detailed below.

Name(s) of the applicant(s) and State(s) for which they are applicants:

TORAY INDUSTRIES, INC. et al (for all designated States except US)
SEKIDO, Toshihide et al (for US)

International filing date : 09 October 2003 (09.10.03)
Priority date(s) claimed : 09 October 2002 (09.10.02)
09 October 2002 (09.10.02)
09 October 2002 (09.10.02)
28 October 2002 (28.10.02)

Date of receipt of the record copy
by the International Bureau : 31 October 2003 (31.10.03)

List of designated Offices :

EP : AT,BE,BG,CH,CY,CZ,DE,DK,EE,ES,FI,FR,GB,GR,HU,IE,IT,LU,MC,NL,PT,RO,SE,SI,SK,TR
National : AU,US

ATTENTION

The applicant should carefully check the data appearing in this Notification. In case of any discrepancy between these data and the indications in the international application, the applicant should immediately inform the International Bureau.

In addition, the applicant's attention is drawn to the information contained in the Annex, relating to:

- ☒ time limits for entry into the national phase - see updated important information (as of April 2002)
- ☒ confirmation of precautionary designations (if applicable)
- ☒ requirements regarding priority documents (if applicable)

A copy of this Notification is being sent to the receiving Office and to the International Searching Authority.

The International Bureau of WIPO 34, chemin des Colombettes 1211 Geneva 20, Switzerland Facsimile No. (41-22) 338.90.90	Authorized officer: Hitomi ODAKA (Fax 338 9090) Telephone No. (41-22) 338 9417
--	--

INFORMATION ON TIME LIMITS FOR ENTERING THE NATIONAL PHASE

The applicant is reminded that the **"national phase" must be entered** before each of the designated Offices indicated on the cover sheet of this Notification by paying national fees and furnishing translations, as prescribed by Articles 22 and 39 and the applicable national laws. In addition, the applicant may also have to comply with other special requirements applicable in certain Offices. It is the **applicant's responsibility** to ensure the necessary steps to enter the national phase are taken in a timely fashion. Most Offices do not issue reminders to applicants in connection with the entry into the national phase.

The **applicable time limit** for entering the national phase will, **subject to what is said in the following paragraph**, be **30 MONTHS** from the priority date, not only in respect of any elected Office where a demand for international preliminary examination is filed before the expiration of 19 months from the priority date (see Article 39(1)), but also in respect of any designated Office, in the absence of filing of such demand, where Article 22(1) as modified with effect from 1 April 2002 applies in respect of that designated Office. For further details, see PCT Gazette No. 44/2001 of 1 November 2001, pages 19926, 19932 and 19934, as well as the PCT Newsletter, October and November 2001 and February 2002 issues.

In practice, **time limits other than the 30-month time limit will continue to apply**, for various periods of time, in respect of certain designated or elected Offices. For **regular updates on the applicable time limits (20, 21, 30 or 31 months, or other time limit)**, Office by Office, refer to the PCT Gazette ("Section IV" part published on a weekly basis), to the PCT Newsletter (on a monthly basis) and to the relevant National Chapters in Volume II of the PCT Applicant's Guide (the paper version of which is updated usually twice a year and the Internet version of which is updated usually on a weekly basis). Finally, a cumulative table of all applicable time limits for entering the national phase is available from WIPO's Internet site, via links from various pages the site including those of the Gazette, Newsletter and Guide, at <http://www.wipo.int/pct/en/index.html>.

Information about the requirements for **filing a demand for international preliminary examination** is set out in the PCT Applicant's Guide, Volume I/A, Chapter IX. Note that only an applicant who is a national or resident of a PCT Contracting State which is bound by Chapter II has the right to file a demand for international preliminary examination (at present, all PCT Contracting States are bound by Chapter II).

CONFIRMATION OF PRECAUTIONARY DESIGNATIONS

This notification lists only specific designations made under Rule 4.9(a) in the request. It is important to check that these designations are correct. Errors in designations can be corrected where precautionary designations have been made under Rule 4.9(b). The applicant is hereby reminded that any precautionary designations may be confirmed according to Rule 4.9(c) before the expiration of 15 months from the priority date (this time limit may not be extended). If it is not confirmed, it will automatically be regarded as withdrawn by the applicant. There will be no reminder and no invitation. Confirmation of a designation consists of the filing of a notice specifying the designated State concerned (with indication of the kind of protection or treatment desired) and the payment of the designation and confirmation fees. The Notice of confirmation and payment must reach the receiving Office within the 15-month time limit.

REQUIREMENTS REGARDING PRIORITY DOCUMENTS

For applicants who have not yet complied with the requirements regarding priority documents, the following is recalled.

Where the priority of an earlier national, regional or international application is claimed, the applicant must submit a copy of the said earlier application, certified by the authority with which it was filed ("the priority document") to the receiving Office (which will transmit it to the International Bureau) or directly to the International Bureau, before the expiration of 16 months from the priority date, provided that any such priority document may still be submitted to the International Bureau before that date of international publication of the international application, in which case that document will be considered to have been received by the International Bureau on the last day of the 16-month time limit (Rule 17.1(a)).

Where the priority document is issued by the receiving Office, the applicant may, instead of submitting the priority document, request the receiving Office to prepare and transmit the priority document to the International Bureau. Such request must be made before the expiration of the 16-month time limit and may be subjected by the receiving Office to the payment of a fee (Rule 17.1(b)).

If the priority document concerned is not submitted to the International Bureau or if the request to the receiving Office to prepare and transmit the priority document has not been made (and the corresponding fee, if any, paid) within the applicable time limit indicated under the preceding paragraphs, any designated State may disregard the priority claim, provided that no designated Office may disregard the priority claim concerned before giving the applicant an opportunity, upon entry into the national phase, to furnish the priority document within the time limit which is reasonable under the circumstances.

Where several priorities are claimed, the priority date to be considered for the purposes of computing the 16-month time limit is the filing date of the earliest application whose priority is claimed.

PATENT COOPERATION TREATY

PCT

NOTIFICATION CONCERNING
SUBMISSION OR TRANSMITTAL
OF PRIORITY DOCUMENT

(PCT Administrative Instructions, Section 411)

From the INTERNATIONAL BUREAU

To:

BAN, Toshimitsu
Ban & Associates
Shinko Bldg., 1-9, Nishishinjuku 8-
chome
Shinjuku-ku, Tokyo 160-0023
Japan

Date of mailing (day/month/year) 14 January 2004 (14.01.2004)	IMPORTANT NOTIFICATION
Applicant's or agent's file reference PCT203-24	
International application No. PCT/JP2003/012947	International filing date (day/month/year) 09 October 2003 (09.10.2003)
International publication date (day/month/year) Not yet published	Priority date (day/month/year) 09 October 2002 (09.10.2002)
Applicant TORAY INDUSTRIES, INC. et al	

- By means of this Form, which replaces any previously issued notification concerning submission or transmittal of priority documents, the applicant is hereby notified of the date of receipt by the International Bureau of the priority document(s) relating to all earlier application(s) whose priority is claimed. Unless otherwise indicated by the letters "NR", in the right-hand column or by an asterisk appearing next to a date of receipt, the priority document concerned was submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b).
- (If applicable) The letters "NR" appearing in the right-hand column denote a **priority document which, on the date of mailing of this Form, had not yet been received by the International Bureau** under Rule 17.1(a) or (b). Where, under Rule 17.1(a), the priority document must be submitted by the applicant to the receiving Office or the International Bureau, but the applicant fails to submit the priority document within the applicable time limit under that Rule, **the attention of the applicant is directed** to Rule 17.1(c) which provides that no designated Office may disregard the priority claim concerned before giving the applicant an opportunity, upon entry into the national phase, to furnish the priority document within a time limit which is reasonable under the circumstances.
- (If applicable) An asterisk(*) appearing next to a date of receipt, in the right-hand column, denotes a **priority document submitted or transmitted to the International Bureau but not in compliance with Rule 17.1(a) or (b)** (the priority document was received after the time limit prescribed in Rule 17.1(a) or the request to prepare and transmit the priority document was submitted to the receiving Office after the applicable time limit under Rule 17.1(b)). Even though the priority document was not furnished in compliance with Rule 17.1(a) or (b), the International Bureau will nevertheless transmit a copy of the document to the designated Offices, for their consideration. In case such a copy is not accepted by the designated Office as priority document, Rule 17.1(c) provides that no designated Office may disregard the priority claim concerned before giving the applicant an opportunity, upon entry into the national phase, to furnish the priority document within a time limit which is reasonable under the circumstances.

<u>Priority date</u>	<u>Priority application No.</u>	<u>Country or regional Office or PCT receiving Office</u>	<u>Date of receipt of priority document</u>
09 Octo 2002 (09.10.2002)	2002/295932	JP	27 Nove 2003 (27.11.2003)
09 Octo 2002 (09.10.2002)	2002/295933	JP	27 Nove 2003 (27.11.2003)
09 Octo 2002 (09.10.2002)	2002/295934	JP	27 Nove 2003 (27.11.2003)
28 Octo 2002 (28.10.2002)	2002/312454	JP	27 Nove 2003 (27.11.2003)

<p>The International Bureau of WIPO 34, chemin des Colombettes 1211 Geneva 20, Switzerland</p> <p>Facsimile No. (41-22) 338.90.90</p>	<p>Authorized officer</p> <p>Patrick BLANCO (Fax 338 9090)</p> <p>Telephone No. (41-22) 338 8702</p>
---	--

From the INTERNATIONAL BUREAU

PCTNOTICE INFORMING THE APPLICANT OF THE
COMMUNICATION OF THE INTERNATIONAL
APPLICATION TO THE DESIGNATED OFFICES

(PCT Rule 47.1(c), first sentence)

To:

BAN, Toshimitsu
Ban & Associates
Shinko Bldg., 1-9, Nishishinjuku 8-chome
Shinjuku-ku, Tokyo 160-0023
JAPONDate of mailing (*day/month/year*)
22 April 2004 (22.04.2004)Applicant's or agent's file reference
PCT203-24**IMPORTANT NOTICE**International application No.
PCT/JP2003/012947International filing date (*day/month/year*)
09 October 2003 (09.10.2003)Priority date (*day/month/year*)
09 October 2002 (09.10.2002)

Applicant

TORAY INDUSTRIES, INC. et al

1. Notice is hereby given that the International Bureau has **communicated**, as provided in Article 20, the international application to the following designated Offices on the date indicated above as the date of mailing of this notice:

AU, EP, US

In accordance with Rule 47.1(c), third sentence, those Offices will accept the present notice as conclusive evidence that the communication of the international application has duly taken place on the date of mailing indicated above and no copy of the international application is required to be furnished by the applicant to the designated Office(s).

2. The following designated Offices have waived the requirement for such a communication at this time:

None

The communication will be made to those Offices only upon their request. Furthermore, those Offices do not require the applicant to furnish a copy of the international application (Rule 49.1(a-bis)).

3. Enclosed with this notice is a copy of the international application as published by the International Bureau on 22 April 2004 (22.04.2004) under No. WO 2004/033176

4. **TIME LIMITS for filing a demand for international preliminary examination and for entry into the national phase**

The applicable time limit for entering the national phase will, **subject to what is said in the following paragraph**, be **30 MONTHS** from the priority date, not only in respect of any elected Office if a demand for international preliminary examination is filed before the expiration of **19 months** from the priority date, but also in respect of any designated Office, in the absence of filing of such demand, where Article 22(1) as modified with effect from 1 April 2002 applies in respect of that designated Office. For further details, see *PCT Gazette* No. 44/2001 of 1 November 2001, pages 19926, 19932 and 19934, as well as the *PCT Newsletter*, October and November 2001 and February 2002 issues.

In practice, **time limits other than the 30-month time limit** will continue to apply, for various periods of time, in respect of certain designated or elected Offices. For **regular updates on the applicable time limits** (20, 21, 30 or 31 months, or other time limit), Office by Office, refer to the *PCT Gazette*, the *PCT Newsletter* and the *PCT Applicant's Guide*, Volume II, National Chapters, all available from WIPO's Internet site, at <http://www.wipo.int/pct/en/index.html>.

For filing a **demand for international preliminary examination**, see the *PCT Applicant's Guide*, Volume I/A, Chapter IX. Only an applicant who is a national or resident of a PCT Contracting State which is bound by Chapter II has the right to file a demand for international preliminary examination (at present, all PCT Contracting States are bound by Chapter II).

It is the applicant's **sole responsibility** to monitor all these time limits.

The International Bureau of WIPO
34, chemin des Colombettes
1211 Geneva 20, Switzerland

Authorized officer

Yoshiko Kuwahara

Facsimile No.+41 22 740 14 35

Telephone No.+41 22 338 83 38

WO 2004/033176 A1



(NISHIYAMA, Shigeru) [JP/JP]; 〒455-8515 愛知県 名古屋 市 港区大江町 10 番地 三菱重工業株式会社 名古屋航空宇宙システム製作所内 Aichi (JP). 清水 正彦 (SHIMIZU, Masahiko) [JP/JP]; 〒455-8515 愛知県 名古屋 市 港区大江町 10 番地 三菱重工業株式会社 名古屋航空宇宙システム製作所内 Aichi (JP).

(74) 代理人: 伴 俊光 (BAN, Toshimitsu); 〒160-0023 東京都 新宿区 西新宿 8 丁目 1 番 9 号 シンコービル 伴国際特許事務所 Tokyo (JP).

(81) 指定国 (国内): AU, US.

(84) 指定国 (広域): ヨーロッパ特許 (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR).

添付公開書類:

— 国際調査報告書

2 文字コード及び他の略語については、定期発行される各 PCT ガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP03/12947

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl⁷ B29C39/24, B29C39/10, B29C39/42//B29K105:08

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl⁷ B29C39/00-39/44, B29C70/00-70/88

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1926-1996	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2004
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2004	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2004

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
<u>X</u> <u>Y</u> <u>A</u>	US 5052906 A (SEEMANN COMPOSITE SYSTEMS, INC.), 01 October, 1991 (01.10.91), Column 4, line 34 to column 5, line 34; Fig. 1 & GB 2257938 A	<u>1-7, 9</u> <u>10-15, 36</u> <u>8</u>
<u>X</u> <u>Y</u> <u>A</u>	JP 2001-64406 A (Toray Industries, Inc.), 13 March, 2001 (13.03.01), Figs. 4, 5 (Family: none)	<u>28-32</u> <u>33, 34, 36</u> <u>35</u>
<u>X</u> <u>Y</u> <u>A</u>	JP 56-127426 A (Hitachi Chemical Co., Ltd.), 06 October, 1981 (06.10.81), Claims; Fig. 1 (Family: none)	<u>28-32</u> <u>33, 34, 36</u> <u>35</u>

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
 "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
 "E" earlier document but published on or after the international filing date
 "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
 "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
 "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
 "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
 "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
 "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
06 January, 2004 (06.01.04)Date of mailing of the international search report
27 January, 2004 (27.01.04)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP03/12947

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
<u>X</u> <u>Y</u> <u>A</u>	JP 2002-172630 A (Toray Industries, Inc.), 18 June, 2002 (18.06.02), Claims; Fig. 2 (Family: none)	<u>28-32</u> <u>33, 34, 36</u> <u>35</u>
<u>Y</u>	US 2913036 A (ANTHONY BROS. FIBRE GLASS POOL CORP.), 17 November, 1959 (17.11.59), Fig. 1 (Family: none)	<u>10</u>
<u>Y</u>	US 5968445 A (THE BOEING CO.), 19 October, 2000 (19.10.00), Column 8, line 47 to column 9, line 55; Fig. 7 (Family: none)	<u>11-15</u>
<u>Y</u>	JP 8-25386 A (Fuji Heavy Industries Ltd.), 30 January, 1996 (30.01.96), Fig. 1 (Family: none)	<u>33, 34</u>
<u>A</u>	US 5565162 A (COMPOSITE MANUFACTURING & RESEARCH INC.), 15 October, 1996 (15.10.96), Full text (Family: none)	<u>16-27</u>

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP03/12947

Box I Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. ☐ Claims Nos.:
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:

2. ☐ Claims Nos.:
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:

3. ☐ Claims Nos.:
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

Box II Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

Claims 1 to 10 have a technical feature that "the resin flow resistance of a first resin diffusion medium placed on a first surface of a reinforcing fiber base material is set to be lower than the resin flow resistance of a second resin diffusion medium placed on a second surface of the base material". Whereas, claims 11 to 15 have a technical feature that "a evacuation medium comprising a gas-permeable film and a gas-permeable base material is provided between a reinforcing fiber base material and a mold", claims 16 to 27 have a technical feature that "a reinforcing fiber base material is so impregnated with a resin as for a resultant FRP molded product to have a fiber content
(continued to extra sheet)

1. ☐ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2. ☒ As all searchable claims could be searched without effort justifying an additional fee, this Authority did not invite payment of any additional fee.
3. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:

4. ☐ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

Remark on Protest ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest.
☐ No protest accompanied the payment of additional search fees.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP03/12947

Continuation of Box No. II of continuation of first sheet(1)

by volume less than a target fiber content, the injection of the resin is once stopped, and thereafter the resin is subsequently injected under suction", and claims 28 to 36 have a technical feature that "a resin is injected from an end surface of a reinforcing fiber material laminate".